Aus dem Hygienischen Institut der Universität Marburg (Lahn)
(Direktor: Professor Dr. W. Pfannenstiel)

Versuche über Brotkonservierung

(II. Teil)

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des Doktorgrades in der gesamten Medizin
der hohen Medizinischen Fakultät
der Philipps-Universität zu Marburg

vorgelegt von

Erwin Filling

aus Dortmund

Marburg 1940

NORDLAND-VERLAG, BERLIN

Angenommen von der Medizinischen Fakultät Marburg
am 15. März 1940

Referent: Professor Dr. W. Pfannenstiel

Gedruckt mit Genehmigung der Fakultät

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meiner Mutter

in Dankbarkeit gewidmet

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547924_0137

Vorwort

Eine der vordringlichsten Teilaufgaben in der Ernährungssicherung ist die auch in Notzeiten ausreichende **Bereitstellung des täglichen Brotes.** In Deutschland werden etwa 33% des gesamten Nahrungsbedarfes durch Mehl und Brot gedeckt. Uns standen 1934 zur Ernährung von 100 Personen 43 Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche zur Verfügung. In Frankreich sind es 83 Hektar, in den Vereinigten Staaten 301 Hektar und in der Sowjet-Union gar 313 Hektar. Wenn wir auch durch Kultivierung von Heide, Moor und Oedland bald eine Vergrößerung der Anbaufläche erreicht haben werden, so bleibt dieser Erfolg doch im Verhältnis zur Bevölkerungsdichte nur beschränkt. Dagegen halten wir einmal die Zahlen unserer Brotgetreideeinfuhr:

Durchschnitt 1928/32	rd.	1 400 000 t
1933	rd.	436 000 t
1934	rd.	517 000 t
1935	rd.	329 000 t
1936	rd.	49 000 t

Ende 1938 betrug die Deckung unseres Bedarfs an Brotgetreide aus deutschem Boden 100%! Wenn man bedenkt, daß während dieser Zeit der Verbrauch je Kopf der Bevölkerung noch anstieg, wird man ermessen können, welch gewaltige Arbeit geleistet wurde, um über eine immer stärkere Drosselung der Getreideeinfuhr schließlich den Gesamtverbrauch durch reine Inlandserzeugung zu decken. Das war natürlich nur möglich unter stärkster Intensitätssteigerung und Mobilisierung aller verfügbaren Reserven der Landwirtschaft und durch einschneidende Maßnahmen im handwerklichen Groß- und Kleinbetrieb.

Es wäre nun falsch anzunehmen, daß die Versorgung mit Getreide unter Verzicht auf Einfuhr für alle Zeiten gesichert sei. Zwar wird an dem einmal Errungenen festgehalten und der beschrittene Weg verstärkt weitergegangen, aber eine Mißernte kann und wird die Rechnung fehlschlagen lassen, wenn nicht eine alle Umstände berücksichtigende Verbrauchslenkung einsetzt. Neben der reinen Erzeugungsschlacht hat mit dem gleichen Augenblick auch eine planvolle **Vorratswirtschaft** einzusetzen, die es möglich

macht, in Zeiten verminderten Angebotes oder erhöhten Bedarfes durch gelagerte Bestände das entstehende Defizit auszugleichen.

Staatssekretär Backe hat anläßlich der Eröffnung des Feldzuges „Kampf dem Verderb" hervorgehoben, „daß man die Erzeugungsgleichung

Erzeugung = Bedarf + Verderb

nicht allein von der einen Seite her ausgleichen kann. Es kommt nicht nur darauf an, mehr zu erzeugen, sondern genau so wichtig wie eine Mehrerzeugung ist die Verringerung der noch ungeheuren Menge jährlich verderbender Nahrungsmittel". Nur beide Maßnahmen können dazu führen, die Ernährung ins Gleichgewicht zu bringen. Die Mehrerzeugung an Brotgetreide ist, immer genügend große Ernten vorausgesetzt, gesichert. Der Hebel ist beim „Verderb" anzusetzen.

Das Marburger Hygienische Institut hat sich in die Front derer eingereiht, die im „Kampf dem Verderb" einen Beitrag zur Ernährungssicherung unseres Volkes liefern wollen. Aus dem großen Gebiet konnten wir uns naturgemäß nur einen Sektor für unsere geplante Arbeit auswählen. Unser Interesse sollte sich daher ausschließlich auf die Brotbereitungsweise, hierbei nun wieder nicht auf eine neue, alles Alte beiseite räumende Methode des Brotbackens, sondern auf die Frage einer geeigneten **Brotkonservierung** konzentrieren.

Es sind im Schrifttum der letzten Jahre sehr viele Arbeiten veröffentlicht worden über Zusammensetzung des Brotteiges, Ausmahlungsgrad der Mehle, Zusätze usf. Der Vitamingehalt der Mehle verschiedenster Ausmahlung, des Getreidekornes an sich und des Brotes wurde studiert und erörtert. Dabei fehlte es nicht an Polemiken und Denkschriften anregenden oder spekulativen Charakters. Dagegen sind uns bisher keine brauchbaren wissenschaftlich unterbauten Vorschläge zur Brotkonservierung bekannt geworden. Die im Handel befindlichen von einigen privaten Firmen hergestellten, als haltbar bezeichneten Brotarten sind, wie wir feststellen konnten, durchweg von nicht sehr langer Dauerhaftigkeit, jedenfalls nicht von der Haltbarkeit, als daß die Bezeichnung „Konserve" vollauf gerechtfertigt wäre. Um so mehr erschien die Schaffung eines allen Anforderungen sowohl in bezug auf Haltbarkeit als auch in bezug auf Bekömmlichkeit und Schmackhaftigkeit gerecht werdenden Konservenbrotes eine besonders in der heutigen Zeit vordringliche volks- und wehrwichtige Aufgabe.

Die Vorteile, die ein haltbares Brot gegenüber dem üblichen, beim Lagern rasch vertrocknenden bzw. verschimmelnden Brot hat, sind so offensichtlich, daß es sich erübrigt, in einzelnen

Punkten seine Ueberlegenheit in wirtschaftlicher und militärischer Hinsicht klarzustellen. An dieser Stelle soll aber gleich betont werden, daß unser Bestreben nicht dahin ging, ein neues Standard-Volks-Brot darzustellen. Das wäre angesichts der in den deutschen Gauen landschaftlich stark gebundenen und vielgestaltigen Brotbereitungsweise und des gewohnten Geschmacks undurchführbar und würde eher wirtschaftlichen Schaden als Nutzen bringen. Für den Verbrauch im Haushalt ist die Schaffung von Konservenbrot nicht notwendig.

Anders verhält sich die Brotversorgung bei jeder Art Massenverpflegung. Hierbei wird die dem Einzelnen zugeteilte Ration recht oft nicht völlig verbraucht und beträchtliche Reste wandern in den Abfalleimer. Was hierbei an wertvollem Ernährungsgut ungenutzt bleibt, ist auch nicht annähernd zu übersehen, ganz zu schweigen von dem, was auf dem Wege von Erzeugung bis zum Verbrauch verloren geht.

Wenn auch der Appell an das Verantwortungsbewußtsein den Brotverlust da und dort zu verringern vermag, so fruchten derartige Erziehungsmaßnahmen keineswegs immer in ausreichendem Maße. Leider ist eine frivole Bedenkenlosigkeit, in der man mit dem kostbarsten Erzeugnis aus deutscher Scholle verfährt, noch allzu häufig. Dazu kommt, daß sich das Verderben von Brot aus rein technischen Gründen nicht in dem Maße eindämmen läßt, wie es zu fordern unerläßlich wäre.

Hieraus erhellt, daß man dem vermeidbaren Verlust durch Verderb bei der Massenverpflegung mit Brot nur dann wird Halt gebieten können, wenn es gelingt, ein brauchbares **Konservenbrot** herzustellen. Unser Streben ging also dahin, eine vorwiegend vom wehrwirtschaftlichen und -technischen Standpunkt rentable Haltbarmachung des Brotes in Angriff zu nehmen und einem fraglos auch in zahlreichen anderen Fällen dringenden Bedürfnis nach Konservenbrot Abhilfe zu schaffen.

P f a n n e n s t i e l und S a l o m o n haben vor etwa Jahresfrist in eingehenden Versuchen festgestellt, daß es durchaus möglich ist, Brot in einer geschlossenen Blechbüchse zu backen, wenn die Temperatur, um ein Platzen der Büchse zu verhindern, recht niedrig gehalten und die Backdauer, damit die innere Um- und Ausbildung des Brotes bzw. Teiges gewährleistet ist, entsprechend verlängert wird. Dadurch wurde im wesentlichen erreicht:

1. daß die biologische Wertigkeit des Brotes sich merklich erhöhte, wie Wachstumsversuche an jungen Ratten zeigten,
2. daß Back- und Sterilisierungsprozeß in einem Arbeitsgang zusammengefaßt werden können. Zeitraubende und nicht

immer hundertprozentig sichere Manipulationen zur Keimfreimachung nach dem Backen fallen damit fort.

Auf diesen Versuchen aufbauend, konnten wir der Prüfung neuer Konservierungsmittel nähertreten. Bestimmend für diese Absicht waren folgende Ueberlegungen:

a) das Brot wird durch den relativ hohen Preis der Konservendose nicht unerheblich verteuert;
b) die Verpackung ist aus devisenbelastetem Material hergestellt;
c) die Form des Brotes ist, bedingt durch die Zylinderform der Büchse, unzweckmäßig und für den Versand nachteilig;
d) für militärische Zwecke ist die Blechdose völlig untauglich dann, wenn das darin gebackene Brot jedem einzelnen Mann als „eiserne Ration" in die Hand gegeben werden soll;
e) das Oeffnen der Büchse bereitet Schwierigkeiten, wenn das erforderliche Werkzeug nicht zur Hand ist;
f) nach dem Oeffnen der Büchse sind die nicht verzehrten Reste des Brotes ebenso dem Verderb preisgegeben wie beim üblichen Herdbrot.

Die zur Beseitigung aller dieser Mißstände vorgenommenen Versuche von Pfannenstiel und Salomon, statt Blech Kunststoffe zu verwenden, führten wegen der geringen Widerstandsfähigkeit des Materials, der Schwierigkeit, einen geeigneten Verschluß der Büchsen zu schaffen und nicht zuletzt wegen deren Kostspieligkeit zu keinem praktisch verwertbaren Ergebnis. Wir haben daher nach einem anderen, in beliebigen Mengen zur Verfügung stehenden und billigeren Umhüllungsstoff Ausschau gehalten. Dabei durften wir selbstverständlich nicht von den Ansprüchen, die man heute allgemein an eine gute Konserve stellen muß, abrücken. Folgende Forderungen waren zu erfüllen:

1. Das Verfahren muß den allgemeinen und speziellen Vorschriften über den Umgang mit Nahrungsmitteln entsprechen;
2. Beibehaltung der geschmacklichen Güte und der kalorischen Beschaffenheit gegenüber dem üblichen Handelsbrot;
3. Erhaltung wenn nicht Erhöhung der biologischen Wertigkeit, insonderheit Vermeidung einer Verminderung des Vitamingehaltes im Konservat;
4. gleichmäßig gute Beschaffenheit aller erstellten Konservenbrote (Standardware);
5. vollkommene Frischhaltung während langer, möglichst unbegrenzter Zeiträume.

Versuche

In Verfolgung dieser Ziele kam der Bäckermeister Albert Matthäi - Marburg/Lahn, der nun schon seit 3 Jahren in reger, fruchtbarer Zusammenarbeit mit uns sämtliche Vor- und Hauptversuche durchführte und uns backtechnisch beriet, wofür ihm an dieser Stelle unser besonderer Dank ausgesprochen werden soll, auf den Gedanken, Brot in einer **Papierhülle** zu konservieren. Dadurch war uns der Weg, auf dem wir zu einem Ergebnis kommen sollten, vorgezeichnet. Matthäi ist an der jetzt gültigen Formgebung und Gestaltung der Hülle, die von der Papiergroßhandlung Ferdinand Lange - Minden/Westf. gemeinsam mit uns in langwierigen, zahllosen, sehr viel Kleinarbeit erfordernden Versuchen und Proben dargestellt wurde, durch Aenderungs- und Verbesserungs-Vorschläge maßgeblich beteiligt. Der technische Teil der Herstellung wurde allein von F. Lange wahrgenommen, dem wir gleichermaßen zu Dank verpflichtet sind.

Dieso geschaffene Hüllenwandung ist im wesentlichen aus 4 Materialschichten zusammengesetzt. Die Hülle selbst hat die Form einer Doppeltasche, genauer gesagt eines Quaders, etwa von der Form eines Kommißbrotes. Sie besteht aus 2 ineinandersteckbaren Beuteln, deren äußerer aus einem besonders festen Spezialpapier besteht, während der innere sich aus mehreren Schichten verschiedenen Materials zusammensetzt. Die Stoffe, welche die Schichten der beiden Beutel bilden, müssen auf das genaueste abgemessen sein, damit der Beutel nach der Klebung die stets gleiche Form erhält. Da es sich darum handelte, luft- und wasserdichte Hüllen zu schaffen, mußten besondere Klebemittel ausfindig gemacht werden. Die im Handel befindlichen Klebstoffe erwiesen sich als nicht genügend widerstandsfähig gegen Nässeeinwirkung oder sie verloren ihre Klebkraft schon nach wenigen Stunden. Nach manchen vergeblichen Versuchen gelang es jedoch schließlich, einen geeigneten, wasserabstoßenden Leim stärkster Klebefähigkeit zu erhalten, den wir nunmehr ausschließlich zur Klebung der Beutel verwenden.

Damit der Teig nicht in die Schließfalten des Bodens fließt, ist zu dessen Abdichtung und gleichzeitigen Formgebung eine besondere Bodeneinlage eingefügt. Eine gleichartige Einlage wird vor dem Verschließen der Hülle oben auf das Arbeitsgut, den gegärten Brotteig, gelegt. Der innere Papierbeutel enthält eine Metallfolie, auf die beiderseits ein wärmeklebender Spezialfilm aufgebracht ist, mittels dessen gleichzeitig die Metallfolie elastisch kaschiert ist. Als innerer Abschluß und letzte Schicht ist auf die Metallfolie ein Pergaminpapier aufgewalzt, das beidseitig gewachst ist, um einerseits an der Folie gut zu haften, andererseits nach innen dem einzufüllenden Teig gegenüber zu dichten und das Abziehen des Papiers von der Brotoberfläche zu erleichtern.

Diese Beschreibung mag genügen, um ungefähr eine Vorstellung von der Beschaffenheit der Brotumhüllung zu vermitteln. Der Teig, der sich bezüglich Zusammensetzung und Herstellung, abgesehen von einem erhöhten Wassergehalt, in nichts vom üblichen Brotteig unterscheidet, wird, nachdem er bei Natursauer-Führung ca. ½—¾ Std., bzw. bei Fertigsauer-Führung[1]) etwa 1½ Std. bei 30—35° geruht hat, aufbereitet und in die Doppelbeutel eingebracht. Im Zeitpunkt der höchstzulässigen Gare, fast beim Schaumigwerden des Teiges, werden beide Beutel, und zwar mittels des gleichen zur Klebung der Beutel verwendeten Klebstoffes verschlossen, indem man die Ränder der die Teigoberfläche um etwa 8 cm überragenden Beutel nach bestmöglichem Auspressen der Luft verklebt und den so entstandenen, in der Mitte des Brotes senkrecht nach oben ragenden, in Längsrichtung verlaufenden Papierstreifen fest einrollt[2]).

Da das Papier bei der hohen Backtemperatur im Ofen, der Hitzeeinwirkung unmittelbar ausgesetzt, verbrennen würde, werden die Beutel in einen der Form der Hülle angepaßten Asbest-Zement-Kasten gestellt, der mit einem Deckel aus gleichem Material verschlossen und, um den beim Backen entstehenden hohen Innendruck zu parieren, durch zwei in querer Richtung um den Kasten gelegte Stahlbänder gesichert werden kann. Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, die Beutel vor dem Füllen bereits in die Backtiegel zu stellen, um beim Füllen durch zartes Anpressen des Teiges an die jetzt starre Außenwand und den später folgenden Gärprozeß bzw. den dabei nach allen Seiten gleichmäßig sich

[1]) s. Abschnitt 6 der Arbeit.

[2]) Es genügt, den Verschluß der Beutel vor dem Backen lediglich durch Einrollen vorzunehmen und den eingerollten Papierstreifen erst nach dem Backen zu überkleben. Etwaige Schädigungen des frisch aufgetragenen Klebstoffs durch die Backhitze werden hierdurch vermieden.

ausbreitenden Gärdruck die Form des Brotes vorzubereiten. Die beschickten und verschlossenen Kästen werden jetzt dem Backofen übergeben. Ueber Temperaturgrade und Backdauer wird später noch zu sprechen sein. Nach dem Backen wird der Tiegel nach kurzer Abkühlung geöffnet und das in seine Hüllen eingeschlossene Brot herausgehoben. In einzelnen Fällen haben wir es schließlich einem noch zu beschreibenden Tauchverfahren zwecks völliger Abdichtung der Außenschicht und Sicherung gegen Kampfstoffe unterworfen. Die so erhaltene Brotkonserve ist dann nach völligem Erkalten lager- und versandfertig.

Auf diese Weise wurde Brot erbacken, das nun gemäß unseren Forderungen an eine Brotkonserve einer eingehenden Prüfung unterzogen werden konnte. Die angestellten Untersuchungen erstreckten sich:

1. auf die Feststellung des biologischen Wertes,
2. auf chemisch-physikalische,
3. auf bakteriologische Untersuchungen,
4. auf rein zeitliche Lagerungsversuche unter gleichzeitiger Berücksichtigung von klimatischen Einflüssen auf die Haltbarkeit.
5. auf die Erprobung allgemeiner Eigenschaften durch eine große Reihe von Versuchspersonen.

Zusätzlich haben wir 6. an Hand von vergleichenden Prüfungen ein in seiner Beschaffenheit stets gleich gutes (Standard-) Brot zu erzeugen und etwaige Unterschiede zwischen Natur- und Fertigsauer-Broten aufzudecken versucht.

1. Biologische Wertigkeit.

Zum Vergleich des Wertes verschiedenartiger Brote eignet sich am besten der **Rattenfütterungsversuch.** Bei ausschließlicher Ernährung junger wachsender Ratten mit einem bestimmten Nahrungsmittel, z. B. mit Brot, läßt sich aus der Stetigkeit, Schnelligkeit und dem Grad der Gewichtszunahme der Tiere, ausgedrückt in Prozenten ihres Anfangsgewichtes, innerhalb einer bestimmten Zeitspanne der sog. „Anschlagswert" der geprüften Nahrung ermitteln. Auf diesen hat beim Brot die Backart nach den Feststellungen verschiedener Autoren einen maßgeblichen Einfluß. So soll z. B. Zwieback einen geringeren Anschlagswert als Einback, Brotkrume einen größeren als Brotrinde haben (McCarrison, Abelin u. a.). Ferner zeigte das stärker ausgemahlene Mehl bei Prüfung nach dieser Methode eine deutliche Ueberlegenheit gegenüber dem Feinmehl. Nach Abelin und McCarrison liegt der Grund hierfür in dem höheren Vitamingehalt des Grob-

brotes. Nach Ausgleich der im Feinmehl mangelnden Vitamine durch Vitaminzugaben ließen sich bei Tieren, die mit Brot aus weniger stark ausgemahlenem Mehl gefüttert wurden, keine Unterschiede hinsichtlich des Anschlagswertes gegenüber den mit Vollkornbrot ernährten Versuchstieren feststellen. Dadurch wurde bewiesen, daß der Vitamingehalt für den Anschlagswert von entscheidender Bedeutung ist.

Es ging uns nicht darum, die Unterschiede zwischen hoch und niedrig ausgemahlenem Mehl aufzuzeigen, vielmehr waren wir bestrebt, die unterschiedliche Wirkung der Backweise auf den Nährwert der Brote zu ermitteln. Dafür erschien der Rattenfütterungsversuch zur biologischen Wertigkeitsbestimmung wohl geeignet, wenn er auch — wie gesagt — im wesentlichen nur Aufschlüsse über den Vitamingehalt der zu vergleichenden Brote gibt. Wir wählten ein Brot aus einem bis 80% ausgemahlenem Roggenschrot, dem wir Calcium zusetzten. Dieses Mineral ist zur Durchführung solcher Wachtsumsversuche erforderlich, da sich ohne Calcium-Beigaben Ratten bei ausschließlicher Broternährung nicht über die ganze Versuchsdauer von mehreren Monaten hinweg am Leben erhalten lassen.

Was diesen notwendigen Calciumzusatz anlangt, so machen Pfannenstiel und Jusatz aufmerksam auf die Berücksichtigung der für jede Tierart verschiedenen physiologischen Bedürfnisse an Mineralsalzen. McCollum und Sherman betonen, daß ein optimales Verhältnis von Ca zu PO_4 für ein normales Wachstum und eine normale Ausbildung des Knochensystems wichtig ist. Von besonderer Bedeutung ist die Feststellung Abelin's, der eine Verminderung des Anschlagswertes auch in der säuernden Eigenschaft einer einseitigen Brotnahrung gefunden hat, die durch das besonders in gröberem Brot ungünstige Verhältnis der Phosphorsäure zum Calcium (10 : 0,4) bedingt ist. Ein normales Wachstum müßte daher ohne Ausbalancierung des Phosphorsäure-Ueberschusses wegen des auftretenden Calciummangels und der Acidose stark beeinträchtigt werden.

Daß der Anschlagswert, den wir ja prüfen wollen, sich durch den für den Tierversuch unumgänglichen Calciumzusatz zum Brot bereits erhöht, spielt keine Rolle insofern, als ja alle zur Verfütterung kommenden Brote diesen Zusatz erhalten und keinerlei Beeinträchtigung einer Tier-Versuchsreihe zugunsten einer anderen eintreten kann.

Für unsere Versuche fügten wir dem Teig 2% Calcium in Form von Calciumlactat zu. Drei Versuchsreihen von insgesamt 50 Tieren wurden angesetzt. Die Ratten entstammten alle derselben Zucht, waren gleichaltrig und wogen bei Beginn des Versuchs durchschnittlich etwa 70 g. Alle Tiere wurden in Einzelkäfigen gehalten, in denen oberhalb des Bodens ein Drahtnetz

mit der Maschenweite von etwa 10 mm eingelegt war, damit die Faeces gleich durchfielen und nicht wieder gefressen werden konnten. Anderenfalls hätte die „Refektion", das bei Vitaminmangel einsetzende Kotfressen, einen gewissen Vitaminmangelausgleich bewirkt und zu falschen Resultaten geführt.

Versuchsreihe I, bestehend aus 20 Tieren, wurde ausschließlich mit Konservenbrot, Reihe II, ebenfalls 20 Tiere, ausschließlich mit offen gebackenem Brot gleicher Zusammensetzung gefüttert. Den Flüssigkeitsbedarf deckten wir allein durch Darreichung frischen Leitungswassers in Sauggefäßen. Die Tiere wurden täglich einmal gefüttert und erhielten Brot in so großen Mengen, daß bei der nächsten Fütterung immer noch Reste von der voraufgegangenen vorhanden waren. Das geschah, um die nicht immer genau zu taxierende mengenmäßig nötige Nahrungszufuhr nicht willkürlich zum Nachteil der Ergebnisse einzuschränken. Außerdem wurde als Kontrollreihe eine Serie von 10 Tieren, die Mischkost, bestehend aus Fleisch, Kartoffeln, Brot und Karotten in wechselnder Folge, erhielten, angegliedert.

In Tabelle I ist die Gewichtszunahme aller drei Versuchsreihen zahlenmäßig dargestellt. Abbildung I zeigt uns entsprechend den Verlauf in Kurven. Es ist selbstverständlich, daß die Mischfutterratten (Reihe III), denen ganz andere Qualitäten zur Verfügung standen, den übrigen Tieren im Wachstum weit voraus sein mußten. Auffallend groß ist der Unterschied aber zwischen Reihe I und II, der in dieser Höhe nicht erwartet werden konnte. Reihe I verdoppelte ihr Gewicht rasch innerhalb 12 Wochen, während Reihe II im Durchschnitt das Doppelte des Anfangsgewichtes auch über einen längeren Zeitraum hin nicht zu erreichen vermochte.

Tabelle II und Abbildung II geben zahlenmäßig bzw. graphisch die Gewichtszunahme prozentual wieder. Der Kurvenverlauf bedeutet die bildhafte Darstellung des Anschlagswertes, wobei wiederum die eindeutige Ueberlegenheit des Konservenbrotes gegenüber dem Herdbrot in Erscheinung tritt.

Die Lebensdauer der Tiere ist aus Tabelle III ersichtlich. Auch hieraus ist zu entnehmen, daß das Konservenbrot offenbar das wertvollere ist. Die während des Versuchs verendeten Ratten, sowohl die der Konservenbrot- wie die der Herdbrot-Reihe, gingen sämtlich unter den gleichen Krankheitserscheinungen zugrunde: struppiges, mattes, ins Graue stechendes Fell, ausgedehnte Hauterkrankungen, besonders an Nase, Ohr und Schwanz. Der Schwanz wurde zunächst blaß, schuppend, dann ging die Farbe allmählich ins Schwarze über. An der Nase und in besonders starkem Maße an den Ohren bildeten sich zunächst

hellere graue, später dunkler werdende und sich stark ausbreitende, schließlich geschwürig, zundrig zerfallende warzen- und blumenkohlartige Wucherungen. Dazu traten Diarrhoen mit Entleerung von mittelgrauen etwas schleimigen Faeces, parallel gehend mit Abnahme der Freßlust und der Lebhaftigkeit, die schließlich einer gewissen Stupidität Platz machte. In diesem Zustand trat dann sehr schnell der Tod ein. Die an Vitamin-B 6-Mangel erinnernden Symptome waren, wie gesagt, bei beiden Reihen die gleichen, nur traten sie in abgeschwächter Form bei den Konservenbrot-Ratten und auch nicht so häufig wie bei den Herdbrot-Ratten auf. Nur eine einzige Ratte der Reihe I zeigte die geschilderten ausgeprägten Erscheinungen.

Wenn wir den Angaben der verschiedenen Autoren folgen, muß der höhere Vitamin-Gehalt des Konservenbrotes die Ursache seiner Ueberlegenheit darstellen. Das ist im Hinblick auf die Tatsache, daß das Brot der wichtigste Vitamin-B-Lieferant ist, ein wesentlicher Vorteil. Wir möchten aber auch annehmen, daß die Eigenart der Backweise beim Konservenbrot eine besonders gute Aufschließung des Getreidekornes bedingt und die somit erreichte größere Angriffsfläche eine höhere physiologische Ausbeute der Nahrungsstoffe zuläßt.

Tabelle I

Gewichtszunahme in Gramm

Versuchsdauer	Brot-konserve	Herdbrot	Mischfutter
Anfangsgewicht	70	79	72
nach 14 Tagen	88	90	95
nach 4 Wochen	105	108	122
nach 6 Wochen	119	108	139
nach 9 Wochen	132	117	151
nach 12 Wochen	140	123	167
nach 14 Wochen	147	128	nicht gewogen

ABBILDUNG I. GRAPHISCHE DARSTELLUNG DES WACHSTUMSVERSUCHES JUNGER RATTEN

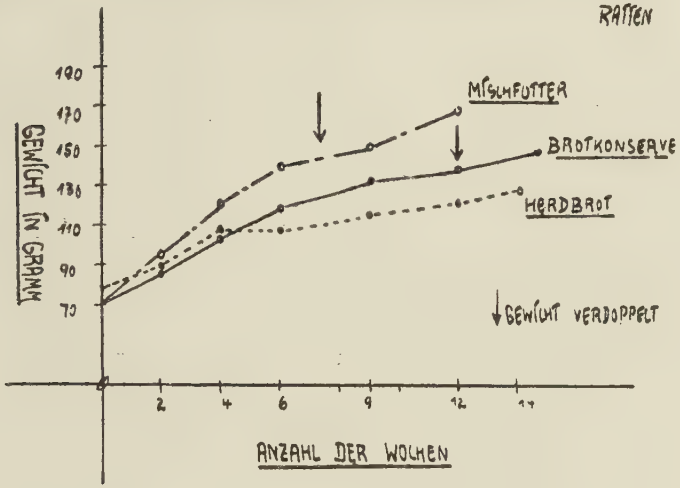

Tabelle II

Gewichtszunahme in Prozenten des Anfangsgewichts.

Anfangsgewicht	Brot-konserve	Herdbrot	Mischfutter
Anfangsgewicht	0 % (70 g)	0 % (79 g)	0 % (72 g)
nach 2 Wochen	25,7 %	13,9 %	31,9 %
nach 4 Wochen	50,0 %	36,7 %	69,4 %
nach 6 Wochen	70,0 %	36,7 %	93,0 %
nach 9 Wochen	88,5 %	48,1 %	109,7 %
nach 12 Wochen	100,0 %	55,7 %	131,9 %
nach 14 Wochen	110,0 %	62,0 %	—

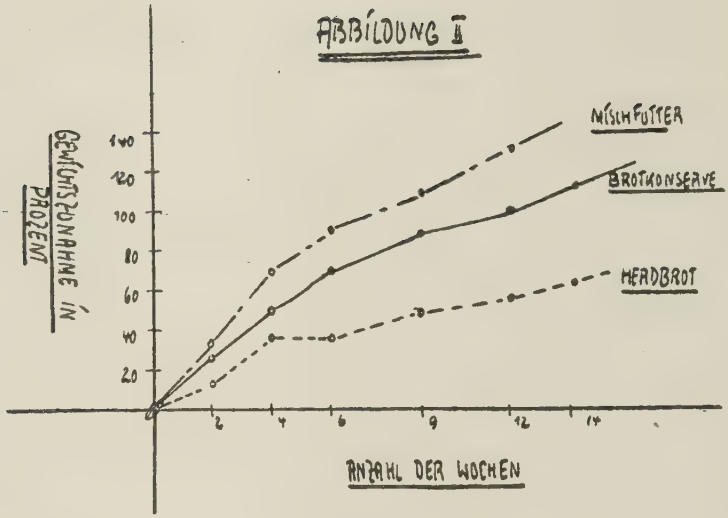

Tabelle III

Lebensdauer.

Es lebten zu Versuchsbeginn	Brot-konserve	Herdbrot	Mischfutter
Anzahl der Ratten . . .	20	20	10
nach 2 Wochen	20	20	10
nach 4 Wochen	20	18	9
nach 6 Wochen	20	18	9
nach 9 Wochen	18	18	8
nach 12 Wochen	17	16	8
nach 14 Wochen	17	14	8

2. Chemisch-physikalische Eigenschaften.

Die ersten Voraussetzungen zur Herstellung eines schmackhaften Brotes sind geeignete Teigführung und gutes Ausbacken. Teigführung und Zusammensetzung des Teiges brauchten bei der Konservenbrot-Erzeugung keine Aenderungen zu erfahren, so daß diese grundsätzlich gleichbleiben konnten für das in der Hülle gebackene und das offen gebackene Kontrollbrot. Anders lagen aber die Verhältnisse, die das Ausbacken bestimmen, das allein abhängig ist von der Ofentemperatur und der Backdauer. Hierbei konnten wir uns erst durch eine Reihe von Versuchen auf die für Konservenbrot gültige Norm festlegen.

Pfannenstiel und Salomon hatten durch ihre Vorversuche neben den bereits bekannten Tatsachen noch eins erreicht, nämlich die gewichtsmäßige Erhaltung des Backgutes. Für ihre Methode galt die Gleichung: Teigeinlage = Brotgewicht. Das mußte so sein, weil ja aus der geschlossenen Blechbüchse keine gewichtsvermindernden flüchtigen Stoffe entweichen konnten. Andererseits aber durfte die Temperatur 120 Grad nicht übersteigen, damit die Blechhülle nicht durch zu hohen Innendruck platzte. Diese Backweise war also aus technischen Gründen erzwungen, jedoch in keiner Hinsicht nachteilig für den geschmacklichen und physiologischen Wert des Brotes.

Wir dagegen konnten infolge des zur Anwendung gelangenden elastischen Konservierungsmaterials die Temperatur beliebig variieren, um so den für die äußere und innere Ausbildung des Brotes am meisten geeigneten Hitzegrad zu finden. Allerdings glaubten wir anfangs, durch geringere Temperatur und lange Backdauer ebenfalls erreichen zu können, daß Teigeinlage = Brotgewicht bleiben. Diese Annahme bestätigte sich jedoch nicht. Nur die ersten Backversuche wurden mit Temperaturen um 120 Grad angestellt. Wir erhielten dabei zwar ein eßbares Brot. Dieses war aber vollkommen rindenlos, die Krume zu feucht und klitschig, das umgebende Papier klebte z. T. an der Brotoberfläche fest, im Schnitt zeigte das Brot feuchtes Krümeln. Die geringen Mengen verdampften Wassers schlugen sich beim Erkalten auf der Folie nieder und kamen in Tropfenform namentlich auf der Unterseite des Brotes wieder zum Vorschein, so daß es sich auch nach längerer Lagerung schon rein äußerlich zu feucht anfühlte.

Einen weiteren Nachteil hatte das Backen bei niedriger Temperatur noch, der nicht unerwähnt bleiben soll. Die aus Aluminium hergestellte Metallfolie wies gelegentlich durch Einwirkung des aus Kochsalz gebildeten Aluminiumchlorids Zersetzungs-

erscheinungen auf, die für eine lange Lagerung ein ungünstiges Moment bedeutet hätten.

Nach weiteren orientierenden Versuchen, bei denen wir einmal die Temperatur, dann die Backzeit änderten, gelangten wir schließlich zu dem Ergebnis, daß es am zweckmäßigsten ist, die Brote 2 Stunden lang bei 250—280° C zu backen. So erhielten wir das geschmacklich wie geruchlich beste Brot. Gleichzeitig wurden Versuche mit Zusätzen angestellt, wie sie von der Industrie teils zur angeblichen Verbesserung des Geschmackes, teils zu einer vorteilhafteren Aenderung des Aussehens der Brote in den Handel gebracht und auch angewandt werden, wie Backmalzextrakt, Couleursyrup und dergl. Erfreulicherweise stellte sich heraus, daß keines dieser Mittel in der Lage war, den Geschmack auch nur im geringsten zu verbessern, im Gegenteil, das Brot ohne Zusatz hatte das vollere, kräftigere Aroma und einen reinen, unverfälscht würzigen Brotgeschmack.

Die höheren Backtemperaturen zwangen uns aber jetzt, einen Einbackverlust in Kauf zu nehmen. Das konnte aus folgenden Gründen zugelassen werden: Wir wissen, daß der Einbackverlust, also der Gewichtsunterschied, der durch den Backprozeß zwischen Teigeinlage und fertigem Brot entsteht, in der Hauptsache nur durch Wasserverdunstung eintreten kann. Vermeidung des Einbackverlustes hieße also nur, das im Teig vorhandene Wasser in ungebundener Form im Brot zu erhalten. Die für den Bäcker wirtschaftlich vorteilhafte Erhaltung des vollen Teiggewichtes beim fertig gebackenen Brot ist ernährungsphysiologisch wertlos. Denn der höhere Wassergehalt eines solchen Brotes würde dessen Beschaffenheit nur verschlechtern, ohne den Nährwert zu erhöhen.

Der Einbackverlust bei Herstellung eines in der Papierhülle gebackenen Konservenbrotes im Gewicht von 1½ kg betrug rund 60 g. Die Teigeinlage mußte also 1560 g betragen, wenn wir bei 2 stündiger Backdauer in 250° heißem Ofen ein Konservenbrot im Gewicht von 1500 g erhalten wollten. Es muß also beim Backen tatsächlich ein Austritt von gasförmigen Bestandteilen durch die Hüllenwandung erfolgen. Wir stellen uns das so vor, daß die feinen Poren des Papiers und der Folie sich unter dem hohen Innendruck und der Hitzeeinwirkung erweitern, für Gase durchlässig werden und sich beim Erkalten wieder schließen, so daß die volle Dichtigkeit der Hülle wieder hergestellt ist. Jedenfalls waren die bei niedriger Ofentemperatur auftretenden Wassertropfen an der Folie nach scharfem Ausbacken nicht mehr feststellbar und auch die ehemals erheblich störende Zersetzung der Folie durch Aluminiumchlorid fiel fort. Der Gasaustritt dürfte

sich auch noch fortsetzen, wenn das Brot nach dem Backprozeß bereits aus den Kästen genommen und zum Erkalten gestellt ist. Denn die Hülle gestattet als schlechter Wärmeleiter nur einen langsamen Temperaturausgleich zwischen Brot und Außenluft. So kommt es, daß die gestaute Wärme noch nach dem Backen wirksam ist und der unter Druck stehende Wasserdampf nur sehr langsam entweichen kann.

Die Menge des austretenden Wasserdampfes ist natürlich abhängig von dem Wassergehalt des Teiges. Ein weicher, wasserreicher Teig wird mehr Wasser abgeben als ein wasserärmerer, festerer Teig. Gewichtsbestimmungen haben ergeben, daß ein für die Folge gleichbleibendes Gewicht häufig erst nach 2—3 Tagen festgestellt werden kann, d. h. in dieser Zeit kann noch eine Wasserverdunstung stattfinden. Dann aber bleibt das Gewicht für die nächsten Wochen annähernd konstant. Praktisch ergibt sich daraus die Forderung, daß das Brot frühestens nach 3 Tagen angeschnitten werden darf. Aber auch dann ist die Krume noch etwas zu feucht. Daher empfiehlt es sich, nach mindestens 4wöchiger Lagerung erst den Anschnitt vorzunehmen. Nach dieser Zeit ist die Krume trockener und der Wohlgeschmack hat sich noch erhöht. Das liegt nicht daran, daß etwa noch vorhandenes ungebundenes Wasser weiter verdunstet ist, denn 3—5 Tage nach dem Backen und nach 4 Wochen Lagerungszeit vorgenommene Gewichtskontrollen ergaben völlig gleiche Werte. Es kann sich hierbei vielmehr um kolloid-chemische Vorgänge handeln, die eine nachträgliche, durchaus vorteilhafte Veränderung des Brotes im Gefolge haben.

Bevor wir nun auf die Schilderung der Beschaffenheit eines solchen Brotes eingehen, wollen wir uns noch einmal die Einzelvorgänge während des Backprozesses ins Gedächtnis rufen. Wenn gewöhnlicher, geformter Teig in den Ofen eingeschossen wird, bildet sich nach Gottschlich und Ziegelmeyer unter unmittelbarer Einwirkung der großen Hitze durch die bei 180 Grad erfolgende Dextrinierung der äußeren Haut eine Schutzschicht, die Kruste, welche die Backofenhitze zurückwirft. Allmählich aber steigt die Temperatur im Innern, die Stärke quillt bei 30—40 Grad, die Hefe stirbt bei 50 Grad und nun muß die Stärke allmählich verkleistern. Die Verkleisterung beginnt bei 65 Grad. Vorher haben bereits während des Wärmeanstiegs die Eiweißstoffe unter Bildung von Kleber das Doppelte ihres Gewichtes an Wasser aufgenommen. Bei 62 Grad beginnt das Eiweiß zu gerinnen. Das von ihm aufgenommene Wasser wird jetzt wieder abgegeben und von der Stärke, die das freiwerdende Wasser zur Verkleisterung braucht, aufgenommen. Die gallertige, weiche Beschaffenheit geht dem Eiweiß unter Wasserabgabe verloren, es wird hornartig und bildet ein Gerüst „elastischer Porenhüllen", die Krume. Bei 80 Grad endet die Verkleisterung der Stärke. Es finden nun im Gebäckinneren keine Veränderungen mehr statt, da selbst bei längerem Verweilen im hocherhitzten Ofen die

Temperatur im Brotinnern nicht über 96—99 Grad steigt, ein Wärmegrad, der keine tiefgreifenden Stoffumwandlungen mehr bewirken kann. Neben dem Gerinnen löslicher Pflanzeneiweißstoffe, wie Gliadin und Glutenin und der Abtötung der vorhandenen Hefe wird die feuchte Stärke des Teiges in Kleister übergeführt, aber nicht gelöst. Eine Aenderung der Substanz ist also nicht erfolgt. Dagegen hat die Kruste unter Bildung von Dextrin, dextrinähnlichen Verbindungen und Röstprodukten eine chemische Umsetzung erfahren, worin auch die Eiweißstoffe, die eine Röstung und weitergehende Zersetzung erleiden, einbegriffen sind. Die Kruste enthält somit keine eigentlichen Nährstoffe mehr, sondern nur noch solche Produkte, die als allerdings nicht zu unterschätzende Erreger des Wohlgeschmacks zur Förderung der Sekretion und des Nährerfolges dienen. Die für die Ernährung wichtigsten Vorgänge spielen sich im Brotinnern ab, wo die in natürlichem Zustand für den menschlichen Organismus nicht ausnutzbaren Nährstoffe, vor allem Stärke und Eiweiß, in einen für die Fermente angreifbaren und damit verdaulichen Zustand übergeführt werden.

Alle diese Vorgänge spielen sich auch beim Backen des Konservenbrotes ab, nur mit dem Unterschied eines verlangsamten Ablaufs der einzelnen Phasen. Der zum Backen verwàndte Kasten und die Papierhülle lassen es als schlechte Wärmeleiter nicht zu, daß die Hitze in ihrer ganzen Intensität sofortige Stoffumwandlungen hervorruft. Vielmehr wird die Einleitung sowie Weiterführung des Backprozesses durch eine langsame aber stetige Erwärmung sichergestellt. Daß dabei die zur Schaffung der notwendigen Umbildungsvorgänge nötigen Hitzegrade erreicht werden, bewiesen uns die im Innern des Brotes festgestellten Höchsttemperaturen, die bei allen Messungen wie beim Herdbrot zwischen 97 und 99 Grad lagen.

Eines der hauptsächlichsten Merkmale des Konservenbrotes ist seine fast völlige Rindenlosigkeit. Es bildet sich zwar unter dem langen Verweilen im Ofen eine äußere, dünne, hellbraune Röstschicht, die aber nicht als wirkliche Rinde angesprochen werden kann. Wesentlich und die biologische Wertigkeit entscheidend beeinflussend erscheint uns der Umstand, daß die für die Aufschließung der wichtigen Nährstoffe (Stärke und Eiweiß) notwendige Temperaturskala von 30—70 Grad über eine lange Zeitspanne ausgedehnt wird. Die zeitlich aufeinanderfolgenden Stadien wie Quellung und Gerinnung des Kleber-Eiweißes, Beginn und Ende der Verkleisterung der Stärke, daneben die Vergrößerung der angriffsfähigen Oberfläche und die gleichmäßige Verteilung der Stoffe in der Masse können sich daher nachhaltigst und gründlich auswirken. Infolge der langsamen Erhitzung kommt es außerdem noch zur Bildung eigenartiger und charakteristischer Geruchs- und Geschmacksstoffe im Gebäckinneren, die das Brot durch einen vollaromatischen Charakter auszeichnen.

Dieser wird dadurch noch verstärkt, daß die geschmacklichen und geruchlichen Reizstoffe nicht oder nur in ganz geringem Maße nach außen entweichen können. Der Mangel an Rinde, die bei offen gebackenem Brot der Träger dieser Stoffe ist, wird also durch die im ganzen Brot homogen verteilten, sekretionsfördernden und appetitanregenden Substanzen mehr als wettgemacht. Dabei bleiben auch die Randschichten unverändert und ernährungsphysiologisch vollwertig erhalten.

Die chemische Untersuchung des Konservenbrotes hatte folgendes Ergebnis:

Wassergehalt der Außenschicht	34,39%
„ im Innern	41,67%
„ des ganzen Brotes	40,80%
Mineralstoffgehalt im Durchschnitt	2,00%
Kochsalzgehalt im Durchschnitt	0,93%
Rohfaser nach Waender	1,03%
Fettgehalt nach Großfeld	1,28%
Stickstoffhaltige Substanzen der Außenschicht	7,21%
„ „ im Innern . . .	6,31%
„ „ d. ganz. Brotes .	6,46%
Säuregrad	6,25%
Stickstoffreie Substanzen der Außenschicht	54,09%
„ „ im Innern . . .	47,71%
„ „ des ganzen Brotes	48,43%

Allgemeine Eigenschaften des Brotes:

Form des Brotes: 25 cm lang, 10 cm breit, 10 cm hoch, mit 8 Ecken und 12 Kanten. Regelmäßige Flächen, keine Wülste, keine Druckstellen.

Lockerungsgrad der Krume: normale, kleine Porung.

Gleichmäßigkeit der Krume: Durchgehend porös, ohne größere Hohlräume, es sind keine Speckschichten erkennbar.

Dichtheit der Krume: ziemlich fest, dennoch elastisch, glatte Schnittfläche.

Rinde: glatt, hellbräunlich.

Geruch: ausgeprägt nach Röststoffen.

Geschmack: nach Sauerteig, nicht unangenehm, kernig-aromatisch.

Feuchtigkeit: im Anschnitt fühlt sich die Krume feucht an.

Beurteilung: Gegen die Zusammensetzung sind vom nahrungsmittelchemischen Standpunkt keine Einwendungen zu erheben. Die übrigen Forderungen entsprechen dem, was man von einem guten Brot verlangen kann.

3. Bakteriologischer Befund.

Zwei Brotkrankheiten spielen in der Bäckerei eine sehr wichtige Rolle, d. i. beim Roggenbrot das Befallenwerden von Schimmel, beim Weizenbrot das sog. „Fadenziehen". Während das Schimmeln des Roggenbrotes durch Schimmelsporen hervorgerufen wird, die nach dem Backen die Oberfläche des Brotes besiedeln und hier unter mehr oder minder günstigen Umständen zum Auskeimen kommen, ist das Fadenziehen eine Infektion des Teiges mit bestimmten Erregern, insbesondere Kartoffelbazillen, die schon im Getreidekorn und Mehl vorhanden sind und ihre charakteristische Wirkung nach dem Backen im Innern des Brotes entfalten.

Uns interessierte zunächst, da wir nur Roggenbrot herstellten, die Gefahr des Verschimmelns. Die Eigenart der Konservierung unterbindet einen Kontakt des Backgutes mit der Außenwelt nach dem Backprozeß, die Hülle selbst verhindert ein Eindringen von Schimmelsporen, so daß ein Verderb des Brotes durch Verschimmelung nur durch die Keime bewirkt werden kann, die sich vor dem Verschließen der Hülle bereits in oder auf dem Teig oder auf der Innenwandung des Beutels angesiedelt haben.

Bekannt ist, daß die Sporen von schwarzem, gelbem und braunem Schimmel bei 80° C in 5—10 Minuten vernichtet werden. Wir haben aber gesehen, daß diese Temperatur über längere Zeitdauer im Brotinnern besteht. Es war theoretisch daher unmöglich, daß das Roggenbrot überhaupt schimmelig werden konnte. Wir haben aber dennoch Teig und Beutel kräftig mit Schimmelpilzen infiziert und nach dem Backen Ausstriche auf Agarplatten angefertigt. Es erfolgte nach mehrtägigem Bebrüten kein Wachstum, soweit nicht durch gelegentliche, trotz aller Vorsicht vorkommende manuelle Verunreinigung bei der Entnahme oder durch Luftkeime ein Vorhandensein von nicht abgetöteten Schimmelsporen vorgetäuscht wurde.

Ein wesentlich sicherer Maßstab für die Beurteilung der Sporenfreiheit war dagegen die einfache Lagerung in einem feuchten, normal temperierten Raum, in unmittelbarer Berührung mit stark schimmelndem, offen gebackenem Brot. Selbst nach mehrmonatiger Lagerungszeit konnte niemals Schimmel auf unserem Brot innerhalb seiner Verpackung nachgewiesen werden.

Damit hätte eigentlich die bakteriologische Untersuchung abgeschlossen werden können. Zusätzlich jedoch stellten wir auch noch Versuche mit gesundheitsschädigenden

anaeroben Sporenbildnern an. Gewählt wurden 1. Tetanusbazillen, um festzustellen, ob deren Sporen im Brot nach dem Backen wieder auskeimen können, 2. Botulinusbazillen. Von einer Infektion mit Bac. tetani kann natürlich beim Brot in der Praxis keine Rede sein, außerdem wirkt der Tetanusbazillus bekanntlich nicht vom Darm aus, in dem sein Toxin zerstört wird. Anders könnten sich gegebenenfalls Botulinus-Bazillen verhalten. Für diese bestand immerhin die Möglichkeit, als Krankheitserreger zu wirken, falls sie bzw. ihre Sporen den Backprozeß aushalten und nach längerer Lagerung des Brotes wieder zur Vermehrung gelangen sollten.

Die Versuchsmethodik war dabei folgende: Der Teig wurde in der ersten Versuchsreihe mit einigen stark versporten Tetanusbazillen-Kulturen infiziert und wie gewöhnlich zu Konservenbrot verbacken. Nach 10 tägiger Lagerung entnahmen wir steril einige Stückchen aus verschiedenen Stellen des Brotes, brachten sie in Tarozzi- sowie in Ascorbinsäure-Bouillon und beließen die Kulturröhrchen 8 Tage lang im Brutschrank bei 37°. Dann wurden mikroskopische Präparate angefertigt und Tierversuche angesetzt.

Die nunmehr erfolgende Untersuchung der Nährbouillon mittels Gram- und Sporenfärbung ließ kein Tetanusbazillen-Wachstum erkennen, während dieses in den nur mit Tetanusbazillen beimpften Kontroll-Röhrchen stets stattfand. Darauf wurden 2 Mäusen je 1 ccm der beiden mit ursprünglich infiziertem Brot beimpften Bouillonarten in die Oberschenkelmuskulatur eingespritzt. Auch hierbei waren nach 8 tägiger Beobachtung keine Anzeichen eines Starrkrampfes zu entdecken. Die Tetanusbazillen konnten also als vernichtet gelten. Tetanus-Sporen halten gemeinhin 100° im Wasserdampf 1—2 Stunden lang aus. Die Temperatur in der Konserve erreicht jedoch 100° nicht ganz. Offenbar aber wirkt der Ueberduck wie im Autoclaven mit und bringt die Tetanusbazillen und ihre Sporen während des Backens zum Absterben.

Genau so verliefen die Versuche mit Botulinusbazillen. Botulismus kann nach Genuß von Wurst, Schinken, Speck, Fleisch-, Obst- und Gemüsekonserven auftreten. Ueber Brotkonserven ist in dieser Beziehung noch nichts bekannt. Gegen Erhitzung unter Druck ist auch der Bac. botulinus empfindlich; außerdem erträgt er Erhitzung im sauren Milieu weniger gut als im neutralen oder basischen Medium.

Wir verfuhren beim Versuch des kulturellen Nachweises genau so wie oben beschrieben. Zur Prüfung etwa gebildeten Toxins haben wir einige ccm von einer aus verriebenem Brot mit Kochsalz hergestellten und filtrierten Aufschwemmung 2 Mäusen inji-

ziert. Krankheitserscheinungen bei den Tieren wurden nicht beobachtet.

Durch diese Erfolge ermutigt, wollten wir nun auf gleiche Weise auch Weizenbrot konservieren, wobei die Annahme berechtigt schien, allein durch die Backweise das Fadenziehen vereiteln zu können.

Der Erreger des Fadenziehens ist der sporentragende Bacillus mesentericus aus der Gruppe der Kartoffelbazillen. Er findet sich auf der Oberfläche des Korns, sowohl des Weizen- wie des Roggenkorns, geht beim Vermahlen in das Mehl über und gelangt auf diesem Wege ins Brot. Die Sporen des Mesentericus sind sehr widerstandsfähig, sie überdauern selbst einstündiges Kochen und auch den Backprozeß. Im Brot kommt es, wenn sie zur Auskeimung gelangen, unter klebriger Erweichung zu einem bald widerwärtigen Geruch, und schließlich werden ganze Partien des Brotes in eine zähe, schleimige, fadenziehende Masse umgewandelt. Befallen werden können demnach alle Brotarten, die Herkunft des Mehles spielt keine Rolle. Entscheidenden Einfluß aber hat die Teigführung. Es erkranken nämlich nur mit Hefe allein bereitete Backwaren, während saure Brote verschont bleiben, weil der Säuregrad letzterer genügt, um die Entwicklung der Sporen zu verhindern und schließlich zu deren Absterben zu führen. Das erklärt uns, warum nur mit Hefe gebackene Weizenbrote, nicht aber Roggenbrote die Erscheinungen des Fadenziehens zeigen.

Eine ganze Reihe von uns gebackener Weizenbrote ließ nun tatsächlich kein Fadenziehen erkennen, bis wir schließlich eines Tages typisch klebriges, weiches Brot entdeckten. Es brauchen eben nicht alle Weizenbrote fadenziehend zu werden, da die Erreger gelegentlich auch fehlen. Daß nun die Sporen des Bac. mesentericus widerstandsfähiger sein sollen als die des Bac. tetani oder Bac. botulinus, ist höchst unwahrscheinlich. Der Mesentericus überdauert wohl nur deshalb den Backprozeß, weil die Backzeit beim Weizenbrot gegenüber Roggenbrot beträchtlich herabgesetzt ist. Sie beträgt in unserem Verfahren bei gleichbleibender Temperatur, also bei 250°, 45 Minuten. Dabei wird wohl weder die Hitze im Inneren des Brotes, noch auch die Stufe des Ueberdrucks wie beim Roggenbrot erreicht.

Mit unserem Verfahren gelingt es also nicht mit Sicherheit, Weizenbrot haltbar zu machen. Der Wert, den unsere Backweise für die Roggenbrotkonservierung besitzt, wird dadurch natürlich nicht beeinträchtigt. P. M. Neumann hat die Bedeutung der sauren Reaktion für die Unterdrückung des Mesentericus auch dadurch bewiesen, daß er durch Zusatz von 0,3% Milchsäure zum Teig die annähernd neutrale Reaktion des Weizenbrotes in eine saure umwandelte und damit stets ein gesundes, haltbares Brot erzielt haben will. Zu berücksichtigen wäre aber hierbei, daß ein möglicherweise vorherrschender, empfindlich störender säuerlicher Geschmack des Weizenbrotes dieses in seinem Genußwert

herabsetzen und den Verbraucher zur Ablehnung veranlassen könnte.

Wir haben deshalb vorerst die Versuche mit Weizenbrot nicht weitergeführt.

Eine weitere bakteriologische Frage erhob sich noch. Die Konservierungsbeutel werden genau wie jede gewöhnliche Tüte geklebt. Es galt festzustellen, ob nicht unter besonderen Umständen der verwandte Klebstoff ein Nährboden für Bakterien und Pilze ist und auf dem Wege entlang der Klebnähte eine Durchdringung der Hülle von Keimen irgendwelcher Art erfolgen kann. Um die Geeignetheit des zur Klebung benutzten Klebstoffs als Nährboden zu prüfen, haben wir ihn einmal in der Verdünnung, wie er zum Kleben gebraucht wird, ein anderes Mal unter Hinzufügung von 50% Nähragar nach dem Festwerden mit den verschiedensten Keimen beimpft. Zur Verwendung gelangten Schimmelpilze, Heu- und Typhusbazillen, Staphylokokken und Streptokokken. Die Bebrütung erfolgte im Brutschrank bei 38° 14 Tage lang unter täglicher Kontrolle. Sämtliche Platten blieben steril, auch die mit Agarzusatz.

Nach diesen Prüfungen stand es für uns fest, daß, wenigstens beim Roggenbrot, Konservierung und Sterilisierung gleichzeitig erfolgen. Das bedeutet eine wesentliche Vereinfachung des Arbeitsverfahrens. Die beim Backen des Konservenbrotes erfolgende gleichzeitige Keimfreimachung ist sowohl vom bakteriologischen als auch vom hygienischen Standpunkt aus nur zu begrüßen.

4. Lagerfähigkeit und Haltbarkeit.

Bisher wurde dargelegt, daß durch den unter Luftabschluß in einem Arbeitsgang zusammengefaßten Back- und Sterilisations-Prozeß keine Wertverminderung des Nahrungsgutes veranlaßt wird. Es galt nunmehr auch festzustellen, welchen Einfluß eine längere Lagerung unter verschiedenen, auch besonders ungünstigen Umweltbedingungen auf das Konservenbrot ausübt. Wir bemühten uns dabei besonders diejenigen Versuchsbedingungen zu erforschen, denen das Brot auch unter normalen Verhältnissen ausgesetzt sein kann. Zu diesem Zwecke wurden zunächst mehrere Brote einfach auf Lager gelegt und ihr Zustand in gewissen Zeitabschnitten geprüft.

Versuch I. 6 Brote haben wir in einem warmen, trockenen Raum aufbewahrt. Zu Beginn des Versuchs wurde das Gewicht festgestellt und die Wägung bei jeder Kontrolle wiederholt.

Brot	Gewicht bei Beginn des Versuchs	nach 4 Wochen	nach 8 Wochen	nach 16 Wochen	nach 36 Wochen
1	1600 g	1598 g	1596 g	—	—
2	1610 g	1605 g	1604 g	—	—
3	1630 g	1627 g	1624 g	—	—
4	1620 g	1620 g	1615 g	1605 g	—
5	1615 g	1613 g	1610 g	1596 g	—
6	1640 g	1635 g	1635 g	1620 g	1590 g

Aus der Tabelle ist ein allmählicher, geringfügiger Gewichtsverlust ersichtlich, der aber keinen irgendwie erkennbaren Einfluß auf die Qualität des gelagerten Brotes ausübte. Geruchlich wie geschmacklich waren Unterschiede zwischen kürzere und längere Zeit gelagerten Broten nicht zu bemerken. Auch bei Brot Nr. 6, das erst nach 9 Monaten geöffnet wurde, zeigte die Krume, abgesehen davon, daß sie sich um ein Geringes fester als die der anderen Brote anfühlte, keine stärkeren Austrocknungserscheinungen. Sämtliche Konserven machten den Eindruck frisch gebackenen Brotes. Porung und Elastizität waren unverändert normal. Was den Gewichtsunterschied anbetrifft, so wird es sich hierbei um eine ganz langsam vonstatten gehende Verringerung der Brotfeuchtigkeit durch Verdunstung handeln, die jedoch, verglichen mit der Lagerungszeit, als außerordentlich geringfügig anzusehen ist. Es scheint, daß bei der Lagerung eine von außen wirkende Ausdörrung die Papierhülle poröser werden läßt. Möglicherweise ist dieser Vorgang durch das im folgenden noch zu besprechende Tauchverfahren zu verhüten. Versuche in dieser Hinsicht sind im Gange. Eine unbegrenzte Frischhaltung des Brotes kann unser bisheriges Verfahren wohl nicht gewährleisten, aber nach vorsichtiger Schätzung dürfte das Konservenbrot etwa ein Jahr lang — über einen längeren Zeitraum erstrecken sich unsere Versuche bisher nicht — frisch gebackenem Brote gleichkommen. Eine solche Lagerfähigkeit reicht jedenfalls aus, um die praktische Brauchbarkeit unseres Verfahrens der Brotkonservierung unter Beweis zu stellen. Die Versuche werden z. Zt. fortgeführt und sollen uns den Weg weisen, welche Maßnahmen noch

getroffen werden können, die untere Grenze der Haltbarkeit weiter heraufzusetzen.

Versuch II. Durch Vermittlung von SS-Obergruppenführer Erbprinz zu Waldeck war es uns möglich, zwei wahllos herausgegriffene Brote auf einem Ueberseedampfer nach Brasilien zu verfrachten. Das Konservenbrot wurde während der Reise auf Deck allen Witterungseinflüssen ausgesetzt. Hin- und Rückreise hat es in tadellosem Zustande ertragen. Wie uns mitgeteilt wurde, haben die Offiziere des Schiffes nach dessen Heimkehr das Brot im Heimathafen verzehrt und als völlig frisch befunden.

Versuch III. In den kalten Wintermonaten legten wir das Brot ins Freie und beließen es über Nacht bei Temperaturen von mehr als — 10° C. Um nun einen schroffen Temperaturwechsel auf das Brot einwirken zu lassen, wurde es aus dem Freien unmittelbar auf einen heißen Heizkörper gelegt, erwärmt und anschließend nochmals der Kälte ausgesetzt. Nach einigen Tagen angeschnitten, zeigte es sich frisch und unverändert. Es hatte seinen Geschmack behalten und mundete genau so, als wäre es bei gleichmäßiger Temperatur gelagert gewesen.

Versuch IV. Einer besonders harten Probe haben wir das Brot dadurch unterworfen, daß wir es während niederschlagsreicher Wochen in einer Dachrinne völlig sich selbst überließen. Dabei hat die Hülle über 6 Wochen lang mehr Regen als Trockenheit über sich ergehen lassen müssen. In feuchtem Zustande warf sich zwar die äußere Papierschicht, legte sich jedoch nach dem Trocknen immer wieder fest dem Brot an. Nach dieser Zeit, als das Brot schon mit einer schmierigen, dicken Rußschicht belegt war, haben wir den Anschnitt vorgenommen und keinerlei Veränderung des Brotes nachweisen können. Es unterschied sich in nichts von einer gut gelagerten Brotkonserve.

Nicht möglich ist es dagegen- das Brot längere Zeit vollkommen unter Wasser aufzubewahren. Das hält die Klebung nicht aus. Die Feuchtigkeit gelangt dann in das Innere bis zum Brot. Werden jedoch die Beutel äußerlich lediglich mit Wasser benetzt, das abfließen bzw. abtrocknen kann, so erfährt die Umhüllung keinen Schaden. Lagern des Konservenbrotes in Wasser ist auch deshalb unzweckmäßig, weil dann auch das Papier zu modern beginnt. Man wird bei der am besten in kühlen, nicht zu trockenen und nicht zu feuchten Räumen vorzunehmenden Lagerung unserer Brotkonserven nicht nachlässiger verfahren dürfen als bei jeder anderen Konserve, um die Erhaltung des Nahrungsmittels nicht unnötig zu gefährden. Wenn jedoch auf Transporten oder unter sonstigen ungünstigen Umstän-

den einmal eine besondere Beanspruchung des Brotes erfolgt, deren Ertragen man billigerweise auch fordern darf, so ist auf Grund der Ergebnisse unserer vielfältigen Lagerungsversuche ein Verderb der Brotkonserve nicht zu erwarten.

In einer Hinsicht ist es uns allerdings bisher noch nicht einwandfrei gelungen, das in Papierhüllen konservierte Brot vor der Vernichtung zu retten, nämlich vor dem Rattenfraß. Trotzdem diese Schädlinge infolge der Undurchlässigkeit der Verpakkung für Gerüche das Brot nicht wittern können, zerreißen sie, wenn sie hungrig sind, sofort die Papierhülle und fressen das Brot. Lediglich Besprengen der Außenbeutel mit Terpentinöl vermochte in Rattenkäfige eingelegte Brote zu erhalten, wobei die Ratten den Tod fanden. Der Terpentinöl-Geruch übertrug sich zwar nicht auf das Brot; im praktischen Gebrauch dürfte er sich jedoch beim Anschneiden der Brote zum Verzehr sehr unliebsam bemerkbar machen. So wirksam die Terpentin-Besprengung auch ist, so wenig brauchbar erscheint ihre Anwendbarkeit in der Praxis. Aehnlich verhält es sich mit anderen Mitteln, die gegen Rattenfraß gebraucht werden könnten. Die Einnebelung der Außenbeutel mittels „Flit" hatte ebenfalls keinen Erfolg.

Dagegen ist es uns gelungen, durch Tauchen der Konservenbrote 24 Stunden nach dem Backen in eine von den Collodin-Werken Frankfurt/Main-Mainkur gelieferte Ueberzugmasse („Collodin") eine gewisse Festigkeit der Hülle gegenüber Lost (Gelbkreuz) zu erzielen. Prüfungen, welche die Chemisch-Technische Reichsanstalt, Abtlg. für allgemeine Chemie am Außenbeutelpapier, das den Tauchüberzug erhalten hatte, ausführte, ergaben eine Lostfestigkeit von rund 2 Stunden. Durch wiederholtes Tauchen läßt sich eine Verstärkung des Ueberzugs und voraussichtlich eine weitere Erhöhung der Sicherheit gegen das Hindurchtreten flüssiger Kampfstoffe durch die Verpackung erzielen. Die Zeit, die flüssige Kampfstoffe benötigen, um durch alle Hüllen hindurch bis an das Brot selbst zu gelangen, dürfte im übrigen beträchtlich länger sein als die 2 Stunden, welche Lost allein zur Durchdringung lediglich des getauchten Außenbeutels braucht.

Das Tauchen der fertigen Brote bringt als weiteren Vorteil eine bessere Erhaltung der Elastizität der Außenbeutel und eine Verhütung der allmählich eintretenden Ausdörrung mit sich, welche vermutlich infolge des gleichzeitigen Poröswerdens der ungetauchten Beutel die oben beschriebenen geringen Feuchtigkeits- und Gewichtsverluste der Brote nach mehrmonatiger Lagerung bedingt. Das Tauchverfahren imprägniert das Papier der Hüllen schließlich so stark, daß selbst unter den allerungünstigsten Lagerungsbedingungen — in der Nässe in unmittelbarer Berüh-

rung mit völlig verschimmelten Broten — die Vermoderung des Papiers und der Schimmelbefall der Brote um etwa 14 Tage verzögert wird.

Wenn sich Brote, die von uns in die Erde vergraben worden waren und dort 6 Wochen gelegen hatten, fast sämtlich als frisch und unverändert erwiesen, so soll das nicht dazu verleiten, eine solche Lagerung in der Praxis durchzuführen. Das Prinzip der Kartoffelmiete ließe sich zwar auch für unser Konservenbrot in Anwendung bringen, es muß jedoch dabei immer mit der Verschimmelung einzelner Brote gerechnet werden.

Für die Praxis wird es sich auf Grund unserer Versuche empfehlen, das Brot in der Feuchtigkeit ausgesetzten Räumen auf Rosten und mit genügend großem Abstand von Stück zu Stück aufzubewahren. In trockenen Räumen kann dagegen eine Aufeinanderschichtung bedenkenlos erfolgen. Aus allen unseren Erfahrungen ziehen wir die Lehre, daß für die Haltbarkeit des Brotes vor allem die peinlich sorgfältige Herstellung der Konservierungshülle verantwortlich ist. Von ihrer Zuverlässigkeit hängt der ganze Wert des Verfahrens ab, das sich ja keinerlei sonstiger chemischer Konservierungsmittel bedient. Schon die kleinste Undichtigkeit oder Verletzung der Hülle, ein Nadelstich, vermag eine von dieser Stelle ausgehende, allmählich auf das ganze Brot übergreifende Verschimmelung einzuleiten. Abschließend ist jedoch zu unseren Lagerungsversuchen zu sagen, daß unser Konservenbrot jedenfalls den Anforderungen genügt, wie man sie gemeinhin an jede andere Konserve zu stellen berechtigt ist.

5. Bekömmlichkeitsversuche am Menschen.

Neben einer geringen Anzahl von Zivilpersonen, die über das Brot ein einstimmig gutes Urteil abgaben, waren es vornehmlich die Bekundungen von einer Anzahl im militärischen Dienst stehender Männer, auf die sich unsere Erfahrungen stützen. Wir haben die Bekömmlichkeit des Brotes an rund 400 SS-Männern der Verfügungs-Truppe bzw. Totenkopf-Standarten erprobt, die es über einen längeren Zeitraum zu essen bekamen. Aus der Zahl der zur Ausgabe gelangten und verbrauchten Brote, die von den Verwaltungsführern kontrolliert wurde, war ferner ein, wenn auch grober, Vergleich zu ziehen, wieviel Konserven- und wieviel Kommißbrot innerhalb der gleichen Zeitspanne zum Verzehr gelangte. Wir gingen dabei so vor, daß durch aufklärende Vorträge die Bedeutung der Brotkonservierung erläutert und an Hand von

Merkblättern Richtlinien über den Verzehr gegeben wurden. Das Merkblatt lautete:

Merkblatt

zur Einführung einer neuen Brotart bei der Truppe.

1. SS-Mann, Du kennst den Kampf des Führers um die Nahrungsfreiheit unseres deutschen Volkes. Jeder Einzelne von uns muß mithelfen, diesen Kampf zu gewinnen.
2. Das Brot ist neben der Kartoffel unser Hauptnahrungsmittel. Seine Bestandteile sind für den menschlichen Körper hochwertig. Das gilt besonders vom Kommißbrot. Jeder Verlust von Brotresten ist also ein Verlust wertvoller Nahrungsbestandteile.
3. Trotz aller bisher durchgeführten Maßnahmen ist in der Truppe der Verlust an Brotresten noch erheblich. Er muß auf das Mindeste herabgedrückt werden.
4. Es werden daher in der nächsten Zeit innerhalb der SS-VT. und SS-T.V. Versuche mit Brotsorten durchgeführt, die nach einem neuartigen Verfahren gebacken wurden. Gleichzeitig soll die Frage der Haltbarkeit des Brotes und seine Verwendung unter den verschiedensten Bedingungen aufgeworfen werden.
5. Du erhältst zunächst anstatt Deines altgewohnten Kommißbrotes ein Brot, das aus dem gleichen Teig in einer Papierform gebacken wurde. Da während des Backens keine Verluste eintreten konnten, ist es in seinem Nährwert hochwertiger als das bisher offen gebackene Brot. Das Brot bleibt nach dem Backprozeß in der Papierhülle und ist daher gegen Austrocknung geschützt.
6. Beachte beim Verzehr folgende Richtlinien:
   a) Die Papierhülle wird nach dem Empfang des Brotes nicht entfernt. Die Scheiben werden wie bei einer Wurst abgeschnitten.
   b) Nur mit einem scharfen Messer unter sanftem Druck schneiden, damit unnötiges Krümeln vermieden wird.
   c) Zunächst an einem Ende des Brotes eine möglichst dünne Scheibe abschneiden.
   d) Diese Scheibe samt ihrer Papierbedeckung bleibt erhalten und wird nach jeder Mahlzeit mit der Brotseite wieder auf die jeweils frisch gebildete Schnittfläche gelegt, um Austrocknen zu verhindern.
   e) Von den einzelnen Brotschnitten läßt sich das Papier wie eine Wursthaut leicht entfernen.
   f) Empfange vom Furier nur soviel Brot, wie Du verzehren kannst. Teile es mit Deinen Stubenkameraden. Verzehre es bis auf den Rest und wirf nichts fort. Du vergeudest sonst wertvolles Volksvermögen!
7. Achte auf Geruch, Geschmack und Bekömmlichkeit des Brotes. Du mußt jederzeit in der Lage sein, Auskunft zu geben, wie sich das neue Brot bewährt.
8. SS-Mann bedenke, daß es für das deutsche Volk von größter Wichtigkeit ist, jederzeit haltbares Brot in genügender Menge zu besitzen.

Ungeheure Verluste an Getreide (mehr als die Einfuhr eines Jahres) aber auch an Mehl und an vertrockneten und verdorbenen Brotresten werden durch das neue Backverfahren vermieden. Du sollst der Schrittmacher sein für dessen Einführung. Der Reichsführer SS erwartet, daß Du Dir bewußt bist, an welcher bedeutungsvollen Aufgabe Du zur Mitarbeit herangezogen wirst.

Nach einer Frist von 4 Wochen wollten wir dann mittels Fragebögen, in denen einerseits die Truppenärzte, andererseits die einzelnen ᛋᛋ-Männer — letztere auf Grund persönlicher Befragung — ihre Erfahrungen niederlegen sollten, das Ergebnis der Bekömmlichkeits-Versuche zusammenfassen. Die beiden Fragebögen lauteten:

Für den Arzt. Datum.

Fragebogen
über die Wertbeurteilung des Konservenbrotes.
Welche ärztlichen Beobachtungen wurden gemacht:

1. Verträglichkeit.
   Sind Verdauungsstörungen beobachtet worden? . . . .
   Wenn ja, welcher Art? . . . .
   Verstopfung, Durchfall, Appetitlosigkeit, Sodbrennen, Völlegefühl, Blähungen usw.? . . . .
   Bei wieviel Männern wurden Verdauungsstörungen beobachtet? . . . .
   Wie lange haben diese durchschnittlich angehalten? . . . .
   Wurde das Brot von einzelnen Männern überhaupt nicht vertragen, so daß es bei diesen abgesetzt werden mußte? . . . .
   Sind, abgesehen von Verdauungsstörungen, andere krankhafte Symptome (z. B. allergische Erscheinungen an der Haut) aufgetreten? . . . .
   Sind die etwa beobachteten krankhaften Veränderungen einwandfrei auf den Brotgenuß zurückzuführen? . . . .
2. Einfluß auf die Leistungsfähigkeit.
   Waren Aenderungen in der Leistungsfähigkeit der Männer festzustellen? in körperlicher, sportlicher, psychischer Hinsicht . . . .
   Wenn ja, trat Verbesserung oder Verschlechterung ein? . . . .
3. Einfluß auf das Körpergewicht.
   Waren Gewichtsveränderungen festzustellen? . . . .
   Wenn ja, erfolgte Zunahme oder Abnahme? . . . .
   Falls möglich, Gewichtstabelle anfügen.
4. Brotverbrauch.
   Wurde alles Brot verzehrt? . . . . Blieben Reste übrig? . . . .
   Ist im ganzen nach Angabe der Furiere mehr oder weniger von dem Konservenbrot zur Ausgabe gelangt und verzehrt worden? . . . .
5. Sättigungswert.
   Welcher Sättigungswert ergibt sich aus diesen Angaben?
   Wurde von den übrigen Nahrungsmitteln mehr oder weniger gegessen? . . . .
6. Welches Brot erscheint auf Grund obiger Feststellungen für den Gebrauch im Felde am meisten geeignet: Konservenbrot? . . . . Kommißbrot? . . . . Feldzwieback? . . . . Knäckebrot? . . . .
7. Sind Verbesserungsvorschläge für das Konservenbrot zu machen . . . .
   Wenn ja, welche? . . . .
   Für welchen Truppenteil gelten die gemachten Angaben? . . . .

Unterschrift des Arztes.

Für den ᛋᛋ-Mann. Datum.

Fragebogen
über die Wertbeurteilung des Konservenbrotes.

Vor- und Zuname:
Dienstgrad und Truppenteil:

1. Geschmack und Geruch.
   Das Brot sagt mir im Geschmack zu . . . . nicht zu . . . .
   Es ist angenehm säuerlich (kernig) . . . . unangenehm säuerlich . . . .
   Es ist angenehm frisch . . . . unangenehm frisch (feucht) . . . . Es ist angenehm trocken . . . . unangenehm trocken . . . .
   Seine Beschaffenheit ist gut . . . . zu fest . . . . zu locker . . . .
   Es läßt sich gut kauen . . . . nicht gut kauen . . . . ist kleisterig (klebt im Munde) . . . .
   Es schmeckt wie das gewöhnliche Kommißbrot . . . . besser . . . . schlechter . . . .
   Der Geruch ist gut (appetitlich) . . . . schlecht (muffig) . . . .
2. Bekömmlichkeit.
   Das Brot ist mir gut bekommen . . . . schlecht bekommen . . . .
   Ich habe keine Verdauungsstörungen beobachtet . . . .
   Wenn ja: Verstopfung . . . . Durchfall . . . . Sodbrennen . . . .
   Völlegefühl (das Brot lag zu schwer im Magen) . . . .
3. Leistungsbeeinflussung.
   Ich habe keine Aenderung in der Leistung beobachtet . . . .
   Ich habe eine Verbesserung in der Leistung beobachtet . . . .
   Ich habe eine Verschlechterung in der Leistung beobachtet . . . . gegenüber der Ernährung mit dem üblichen Kommißbrot.
4. Verbrauch.
   Ich habe jedes Konservenbrot stets ganz verzehrt . . . .
   Es sind . . . . Scheiben übriggeblieben, vertrocknet . . . ., verschimmelt . . . ., sonstwie verdorben . . . .
   Das Brot blieb im Anschnitt unverändert frisch . . . ., wurde trocken . . . ., krümelig . . . ., nach . . . . Tagen ungenießbar.
5. Zur Benutzung im Felde
   Halte ich Konservenbrot . . . . gewöhnliches Kommißbrot . . . .
   Feldzwieback am geeignetsten.
   Zutreffendes ankreuzen! Unterschrift.

Leider ließ sich infolge der politischen Verhältnisse die Befragung nur bei einem kleinen Teil der ᛋᛋ-Männer, nämlich lediglich bei 57 Mann, durchführen. Diese Zahl reichte jedoch aus, um uns ein Urteil über das Brot zu bilden.

Verkommen ist an Brot so gut wie nichts. Bei Einhaltung der für den Verzehr gegebenen Richtlinien konnten die Männer das Konservenbrot von der ersten bis zur letzten Scheibe verzehren. Verschimmelt oder sonstwie verdorben ist kein Brot. Fast alle Befragten hielten das Konservenbrot für militärische Zwecke geeigneter als gewöhnliches Kommißbrot. Nach Verbesserungsvorschlägen befragt, wurde von Einzelnen die Herabsetzung des Säuregrades gefordert. Die je Mahlzeit verzehrte Konservenbrot-Menge entsprach derjenigen des sonst genossenen Kommißbrotes. Die Berichte von den Truppenteilen, die nicht mehr durch uns befragt werden konnten, werden hier auszugsweise wiedergegeben:

a) „In den ersten Tagen klagten einige Männer über Magenbeschwerden. Jedoch ließ sich ärztlicherseits keine Magenstörung nachweisen. Diese angeblichen Beschwerden beruhen ohne Frage

auf allzu genauer Selbstbeobachtung, da eine Aenderung in der Brotversorgung eingetreten war. In der Folgezeit wurde das Brot von der Truppe sehr gern gegessen und dem bisher üblichen Kommißbrot vorgezogen. Es traten weder Magenbeschwerden, Durchfälle noch sonstige Störungen der Verdauungsorgane auf. Zusammenfassend ist zu sagen, daß das Konservenbrot in keiner Weise dem bisher verwandten Kommißbrot in seinem Nährwert nachsteht und sich vom ärztlichen Standpunkt aus durchaus zur Ernährung einer Truppe eignet."

b) Die Brotausgabe erfolgte 6 Wochen lang.

„Das Brot wurde sehr gern von den Männern gegessen, da es im Geschmack angenehm ist. Infolge seines hohen Nährwertes hält es sehr lange an, so daß es dadurch auch im Gebrauch sehr sparsam ist. Abfälle hat es fast keine gegeben."

c) Brotausgabe während 23 Tagen.

„Das Ergebnis der an und für sich bisher kurzen Probezeit zeitigt vor allem große Sparsamkeit. Dadurch, daß überhaupt keine Reste übrigbleiben, vor allem sich auch das Brot immer dank seiner Verpackung frisch erhält, ist der Verbrauch im Vergleich zum bisher gelieferten Kommißbrot geringer. So wurden bei der Kompanie in der Probezeit 824 Konservenbrote verbraucht gegenüber 1074 sonst üblichen Kommißbrotes in derselben Zeit des Vormonats. Zusammengefaßt sind also im Vergleich dieser Zeitspanne 250 Brote weniger verbraucht worden.

Das Brot wird, wenn es auch sonst etwas säuerlich schmeckt, von den Männern dem sonst üblichen Kommißbrot vorgezogen. Im Anfang der Probezeit gab es bei einigen Männern Verdauungsschwierigkeiten, die sich aber nur auf die Anfangszeit beschränkt haben. Sonst bekommt den Männern das Brot ohne weitere gesundheitliche Schädigungen ausgezeichnet."

Aus unserer Befragung und den vorstehenden Berichten sind folgende Schlüsse zu ziehen: Erstens tritt der überall betonte sparsame Verbrauch recht eindeutig hervor. In einem Falle ließ sich auf Grund zahlenmäßiger Unterlagen gar eine Einschränkung des Verbrauchs um rund 25% feststellen. Diese Tatsache dürfte vorläufig genügen, um die Nützlichkeit des Konservenbrotes und, in großem Maße verwandt, die Rentabilität des Verfahrens unter Beweis zu stellen. Die Einführung des Konservenbrotes würde jedenfalls eine Sparmaßnahme darstellen.

Es ist zweitens bemerkenswert, daß das zur Sättigung notwendige Quantum von Konservenbrot nicht größer ist als das von offen gebackenem Kommißbrot, d. h. der Sättigungswert

der Brotkonserve ist dem des üblichen Kommißbrotes gleichzusetzen. In der Physiologie der Nahrungsmittel spielt bekanntlich neben dem „Nährwert" auch der „Sättigungswert", d. i. die Zeit, die eine Nahrung im Magen verweilt und das Hungergefühl somit unterdrückt, eine bedeutende Rolle. Bestimmt wird er durch die Fähigkeit der Nahrung, die Säuresekretion des Magens mehr oder weniger anzuregen. Beim Brot geschieht dies einmal durch die Röstprodukte der Rinde, die einen starken chemischen Reiz ausüben, zum anderen durch die psychische Reizwirkung des Wohlgeschmacks. Da wir bei unseren nahezu krustenlosen Brot diese Erklärung nicht in vollem Umfange in Anspruch nehmen können, muß es der durch das Verbleiben aller natürlichen Aromastoffe höhere Wohlgeschmack des Konservenbrotes sein, der den nötigen Ausgleich schafft. Das schließt natürlich nicht aus, daß noch andere Faktoren rein chemischer Natur zur Erreichung des Sättigungswertes mit im Spiele sind.

Drittens war es auffallend, daß sich niemand spontan über das Fehlen einer festen, harten Kruste beklagte. Man mußte erst durch Fragen die Männer zu einer Aeußerung herausfordern. Uebereinstimmend wurde erklärt, daß es zwar im Anfang etwas ungewöhnlich gewesen sei, ein rindenloses Brot essen zu müssen, daß aber innerhalb weniger Tage die Rinde nicht mehr vermißt worden wäre. Nicht einer hat gar das Brot aus diesem Grunde abgelehnt oder es deswegen als mangelhaft bezeichnet. Wenn aber nach wissenschaftlichen Erkenntnissen die Rinde unmittelbar für die Ernährung belanglos ist, ihre mittelbare Wirkung bei der Ausnutzung des Brotes dagegen durch eine neue Backweise ersetzt werden kann, zudem der Konsument sich in kurzer Zeit, ohne etwas zu vermissen, umzustellen vermag, dann ist es beim Konservenbrot kein Nachteil, wenn es ohne Rinde den Backofen verläßt.

Viertens und zuletzt ist aber eines am Brot zu beanstanden gewesen: der Säuregehalt. Die Mehrzahl der Männer stieß sich zwar nicht daran, dennoch antworteten auch einige wenige von denen, die das Brot saftig, frisch und kernig fanden, auf die Uebersäuerung mit Reizerscheinungen von seiten des Magen-Darm-Kanals, die es wert erscheinen ließen, den Ursachen des hohen Säuregehaltes nachzugehen und Maßnahmen zu seiner Minderung zu treffen, um das Konserven-Roggen-Brot auch in dieser Hinsicht zu einem allgemein verträglichen Brot zu machen.

6. Standardisierung von Geschmack und Bekömmlichkeit durch Anwendung des „Fertigsauer"-Verfahrens.

Vorweg sei bemerkt, daß sämtliche für den Großversuch verbrauchten Brote in einer ϟϟ-Großbäckerei hergestellt wurden, die in jeder Weise, sowohl betriebs- wie backtechnisch, voll auf der Höhe war. Die Sauerteigführung erfolgte stets einwandfrei und war in bäckereitechnischem Sinne recht gut. Aus Gründen der Bindigkeit und um stets ein gut gelockertes, saftiges und schnittfestes Brot zu erhalten, muß eine bestimmte Säuremenge ein für allemal im Teig vorhanden sein. Diese kann man theoretisch durch eine geeignete Teigführung erzielen. Ziehen wir hier wieder unsere Berichte heran, dann stellen wir fest, daß in einem von ihnen mit keinem Wort die Rede ist von einem zu sauren Brot, in anderen aber über den zu hohen Säuregrad des Brotes geklagt wurde. In der Tat ist es auch bei sorgfältiger Teigführung bei Verwendung von Natursauer — und dafür liegen im Schrifttum genügend Beweise vor — kaum möglich, bei allen Produktionen eine immer gleichmäßige Säuerung im Brote zu erzielen. Auch in eigenen Messungen konnten wir uns von dem schwankenden Säuregehalt des Konservenbrotes überzeugen. Meistens lag der Säuregrad zu hoch. Die Gründe für dieses die Qualität unseres Brotes beeinträchtigenden Verhaltens sind mannigfacher Natur. Welcher Art diese sein können, hat Justus von Liebig schon um die Mitte des vorigen Jahrhunderts festzustellen gesucht und gefunden, daß der Sauerteig der Beeinflussung durch die Umwelt in stärkstem Maße unterliegt: „Die Aufbewahrung des Sauerteigs, die Zeit, die man ihm lassen muß, um zu „gehen", der Einfluß der Temperatur auf Säuerung und Aufgehen des Teiges bilden unverkennbare Hindernisse für einen fabrikmäßigen Betrieb". In neuerer Zeit sind es u. a. M. P. Neumann und Nattermann, welche die mannigfachen Quellen der Teigführungsfehler nachdrücklichst betonen und die Machtlosigkeit des Bäkkers, diese Fehler restlos zu beseitigen, in ihrer Ursache aufdecken.

Wenn wir uns im folgenden, dem Rahmen der Arbeit angepaßt, mit der Frage der Entstehung und Wirkung des Sauerteiges und mit den Voraussetzungen der Sauerteigfehler befassen, die übrigens nicht allein die Uebersäuerung des Brotes, sondern auch, wie wir sehen werden, andere Nachteile mit sich bringen, dann geschieht das, weil es uns keineswegs nur daran lag, Brot zu konservieren, sondern auch gut zu konservieren und, wenn möglich, über die durch das Konservierungsverfahren bedingten Einsparungen hinaus die Brotbereitung noch rationeller zu gestalten als bisher.

Sinn und Zweck des Backens bestehen bekanntlich darin, daß die im Mehl bzw. Teig enthaltenen Nährstoffe, vor allem Stärke und Eiweiß, in einen verdaulichen Zustand übergeführt werden. Um das zu erreichen, rührt man zunächst das Mehl mit Wasser zu einem formbaren Teig an, wobei Stärke und Eiweiß unter Aufnahme von Wasser in eine Quellform übergehen. Dieser aus Mehl und Wasser hergestellte Teig, ohne weiteres dem Backofen übergeben, würde eine harte unbewegliche Masse, einen toten Klumpen ergeben. Es müssen also weitere Maßnahmen getroffen werden, die das Endprodukt „Brot" erstehen lassen. Es muß der Teig gelockert werden, d. h. er wird mit Gasblasen durchsetzt, um die herum er sich mit dünnen Schichten legt, die so beim Erhitzen leicht von dem Wasser durchdrungen und somit die notwendigen Quellungskomplexe geschaffen werden können. Gleichzeitig wird damit für die bei der Verdauung angreifenden und abbauenden Fermente die Oberfläche vergrößert. Die Lockerung kann aber nur dann beibehalten werden, wenn die sie bewirkenden Gase nicht wirkungslos entweichen. Die die Gasblasen einschließenden Hüllen müssen also dehnbar sein, damit sie dem entstehenden Gasdruck standhalten und nicht zerreißen. Beim Weizenmehlteig ist das ohne weiteres der Fall, weil der im Mehl enthaltene Kleber wegen seiner gummiartigen Konsistenz die nötige Elastizität des Teiges bewirkt.

Das Agens, das die Lockerung des Teiges durch Spaltung der Kohlehydrate in Kohlensäure und Alkohol bewirkt und die Kohlensäure als Lockerungsmittel wirksam werden läßt, ist die Hefe. Sie wurde in früheren Jahren vom Bäcker aus den in jedem Mehl enthaltenen Mehlhefen selbst gezüchtet. Mit der Einführung der fabrikmäßig hergestellten Preßhefe aber war er dem Zwang, diese Methode anzuwenden, enthoben. M. P. Neumann betont, daß die stets gärungsbereite und gebrauchsfähige Hefekultur alle Gärungsverfahren deshalb übertreffe, weil ein Versagen der Gärung durch erst heranzuzüchtende Gärungserreger, die in ihrer Wirksamkeit von der Beachtung äußerer Einflüsse maßgeblich abhingen, so gut wie ausgeschlossen oder aber schnell wieder gutzumachen sei. Die Betriebssicherheit ist der ausschlaggebende Grund für die Einführung der Hefegärung bei Weizengebäck gewesen.

Bei Roggenbrot war es dagegen nicht möglich, diese Betriebssicherheit zu erreichen, weil sich der Roggenmehlteig nicht mit Hefe allein lockern läßt. Denn das Roggenmehl verfügt bei weitem nicht über den Klebergehalt des Weizenmehls. Der Teig ist infolgedessen auch nicht befähigt, elastische, das Gas beinhaltende Porenhüllen zu bilden, die dem Gasdruck standhalten können. Unter der Einwirkung von Säuren aber werden die Eiweißstoffe des Roggenmehls in eine kleberartige Substanz umgewandelt, obwohl sie vorher keine Klebereigenschaften aufwiesen. Dies ist der experimentell fundierte Grund für die rein empirisch gefundene Methode der Sauerteiggärung.

Der Bäcker tut dabei nichts anderes, als sich erstens die Hefe heranzuzüchten, wobei er wiederum alle Mängel der Züchtung in Kauf nehmen muß, zweitens sich die nötige Teigsäuerung zu verschaffen. Diese gewinnt er durch die Tätigkeit der im Mehl vorhandenen Säurebakterien, die im Verlaufe des Gärvorgangs zur Entwicklung gelangen und hauptsächlich Milchsäure bilden. Die Sauerteiggärung erfüllt also den Zweck, einmal soviel Hefe zu erzeugen, daß die durch Spaltung der Kohlehydrate entstandene Kohlensäuremenge ausreicht, um den erstrebten Lockerungsgrad zu erzielen, dann aber auch soviel Säure zu erhalten, daß der erforderliche Grad der Dehnbarkeit des Teiges erreicht wird. Zwei Prozesse spielen sich also nebeneinander ab, die Züchtung von Hefepilzen und von Säurebakte-

rien, zwei Vorgänge, die die Schwierigkeiten, den richtigen Teil zu erhalten, verdoppeln, wenn wir als Vergleichsobjekt das Weizenmehlbrot heranziehen, bei dem durch Verwendung von Preßhefe die Betriebsunsicherheit ausgeschaltet und stets gleichbleibende Qualität gewährleistet ist.

Bei der Herstellung des backfähigen Teiges geht der Bäcker so vor, daß er ein stets vorrätiges Gärstück, welches Hefe und Säurebildner enthält, mit zunächst wenig Mehl und Wasser vermischt und gären läßt, wobei die Keime sich vermehren. Unter stufenweiser Zugabe von Mehl und Wasser entsteht so aus dem Gärstück der Anfrischsauer, aus diesem der Grundsauer und schließlich der Vollsauer. In dem Vollsauer sind etwa 50% des für die ganze Produktion vorgesehenen Roggenmehls enthalten. Die restliche Hälfte Mehl wird zur Herstellung des aufbereitungsfähigen Teiges verwendet.

Das ganze Mehl kann niemals gleichzeitig zum Gärstück gegeben werden, weil der Reichtum des Mehles an fremden, für die Teigbereitung schädlichen Bakterien diese wuchern ließe, die gewünschten Pilze und Säurebakterien aber sich nicht in erforderlichem Maße entwickeln würden. In Temperatur-Regulierung, in Aenderung der Größe der Sauerteigstufen und der Teigfestigkeit hat der Bäcker die einzigen Hilfsmittel, die Erzeugung von Hefe und Säure zu regulieren. Wenn wir berücksichtigen, daß die Heranführung des Sauerteiges zwischen 16 und 20 Stunden benötigt, daß aber das Gelingen der Teigführung abhängt von der Einhaltung der Temperatur (Säurebildung wird durch Wärme begünstigt), von der Zusammensetzung der Säuren, der Entwicklung der Hefepilze, der Ausschaltung bakterieller Verunreinigungen, die bei der Herstellung jeder neuen Sauerteigstufe erfolgen können, von Witterungseinflüssen (z. B. hat der bei Gewitter eintretende atmosphärische Wechsel sehr unheilvollen Einfluß), dann ist zu ermessen, in wieviel und immer neuen Kombinationen sich die unberechenbaren Faktoren bemerkbar machen können, die sich fast immer in einem zu sauren Brot manifestieren.

Es liegt also keinesfalls in der Hand des Bäckers, den Sauerteig immer so zu führen, wie es nach seinen Erfahrungen nötig ist; denn die Virulenz der Keime kann er nicht prüfen und dirigieren, andere höhere Gewalten so wenig vorausahnen wie abwenden. Zwar läßt sich in der Großbäckerei die Sauerteigführung auf eine geringere Zeitdauer herabsetzen, allein auch dieser Umstand ist und kann nach dem Gesagten nur ein bedingter Sicherheitsfaktor sein. Es ist daher wohl angebracht, die Roggenbrot-Bäckerei mittels Sauerteiggärung als betriebsunsicher zu bezeichnen. Man könnte nun einwenden, daß wir dann das Roggenbrot zugunsten des Weizenbrotes oder des Mischbrotes aufgeben könnten. Demgegenüber ist zu betonen, daß Klima und Boden Deutschlands den Roggenanbau erzwingen, wenn der Getreidebedarf durch eigene Ernten gedeckt werden soll. Roggen ist die typisch deutsche Brotfrucht, und dieser Tatsache haben wir alle anderen Gesichtspunkte zu unterstellen.

Jeder bäckereitechnisch und -wissenschaftlich geschulte Leser wird mit uns darin übereinstimmen, daß die vorhin aufgezählten Gründe bei weitem noch nicht die gesamten Fehlerquellen der Sauerteiggärung in sich schließen. Wir wissen z. B. aus der Bakteriologie, daß das Wachstum der Bakterien eine Folge des ihnen zur Verfügung stehenden Nährbodens ist. In der Bäckerei bedeutet das, daß Bildung von Hefe und Säure abhängig ist von der Beschaffenheit des Mehles. Bekannt ist aber auch, daß in Deutschland als Folge der bestehenden Marktordnung und der damit ge-

koppelten Sicherstellung der Brotgetreideversorgung Roggenmehle minderer Qualität, sog. Auswuchsmehle, verbacken werden müssen. Das wieder hat zur Folge, daß die gerade in den Auswuchsmehlen reichlich vorhandenen „Enzyme" als abbauende Fermente des Roggeneiweißes, welches ja Ausgangsmaterial für die Bildung des Roggenklebers ist, ihre Wirkung während der langen Gärdauer ungestört entfalten können. Es würde zu weit führen, alle die Kräfte zu veranschaulichen, die das Sauerteigverfahren komplizieren. Zusammengefaßt steht soviel fest, daß trotz oder gerade wegen der wissenschaftlichen Ergründung der Sauerteiggärung die Herstellung eines gleichbleibend guten Roggenbrotes problematisch ist und vorläufig auch bleiben wird.

Das Sauerteigverfahren ist aber noch aus einem anderen Grunde nachteilig. Bereits Liebig stellte fest, daß ein Substanzverlust an Mehl durch die Gärung verursacht wird, durch deren Umgehung 2—3% Brot mehr gewonnen werden könnte. Es ist das leicht erklärlich. Die Hefe nämlich braucht zu ihrer Vermehrung Nahrung. Diese findet sie in den Kohlehydraten des Mehles, die während der Vorteig- oder Sauerteiggärung in Alkohol und Kohlensäure gespalten werden. Diese Spaltungsprodukte aber gehen bis zur Herstellung des Vollsauers nutzlos verloren. Es wird ja bis zur Beendigung der Ausreifung des Vollsauers nur Hefe erzeugt, während sich die Gärwirkung der Hefe erst im Endteig praktisch bewährt. Die Mehlverluste, die infolge der Gärung eintreten, müssen um so größer werden, je länger die Gärung dauert und je mehr Stufen bis zur Endteigbereitung zur Weiterzüchtung der Hefe eingeschaltet sind. Eine lange und mehrstufige Sauerteigführung muß also geringere Teigausbeute liefern als ein Backverfahren, bei dem Vorteige bzw. die Sauerteigführung wegfallen. Neumann hat die Roggenmehlverluste durch Kohlehydratumsatz bei der Gärung untersucht. Er erzielte in Versuchen mit unmittelbarer Teiggärung eine Teigausbeute, die um 5—8 Teile höher lag als bei der Sauerteiggärung mit nur vierstündigem Vorteig. Da 5—8 Teile Teig etwa 3,5—5 Teilen Mehl entsprechen, heißt das, daß bei direkter Führung rund 2% Mehl gespart werden könnten. Bei langer Sauerteigführung müssen demnach noch größere Gärverluste eintreten.

Durch die Arbeiten von Bruns und Lemmel wurden wir mit einem Teigbereitungsverfahren bekannt, das die Herstellung eines gleichbleibend guten und ausgezeichnet bekömmlichen Roggenbrotes erlauben soll, dem „Trockensauerverfahren". Mit Hilfe dieses Verfahrens konnten wir hoffen, beim Konservenbrot die störende Uebersäuerung, die damit verbundene teilweise schlechte Bekömmlichkeit und den Gärverlust gleichzeitig zu beseitigen. Wir haben uns zunächst davon überzeugt, daß es nicht etwa ein chemisches Verfahren ist, das uns die erwarteten Vorteile bringen sollte, sondern daß der Trockensauer unter Beibehaltung biologischer Gesichtspunkte hergestellt wird. Im Grunde genommen ändert sich damit nichts in der Teigbereitung. Es werden dem Teig Hefe und Säure zugeführt, die Hefe in Form von Preßhefe, die beim Weizenmehlgebäck ja ausschließlich als Triebmittel angewandt wird. Von wissenschaftlicher Seite ist dagegen nichts einzuwenden. Die Säure gibt man in Gestalt einer Sauer-

würze zu, die fabrikmäßig durch Vergären von Roggen und Roggenmehl durch Säurebakterien-Reinkulturen gewonnen wird. Die Sauerwürze wird an aufgeschlossene Quellmehle angetrocknet. Hefe und Säure werden dem Teig also nebeneinander zugefügt. Die langwierige Züchtung von Keimen entfällt also.

Die ausgezeichneten Erfolge, die Bruns und Lemmel mit dem Fertigsauerbrot bei Gesunden und Kranken erzielen konnten, insbesondere der Hinweis auf die gute Verträglichkeit, ließen es uns geboten erscheinen, ebenfalls den Fertigsauer zur Herstellung des Konservenbrotes zu verwenden.

Zunächst fiel eins bei der Herstellung vorteilhaft auf: Durch den Wegfall der langwierigen Vorteigbereitung ist der mit Fertigsauer angesetzte Teig innerhalb von 2 Stunden backfertig. Das ist für die Absichten, die der Schaffung einer Brotkonserve zugrunde lagen, insofern günstig, als es, wehrtechnisch gesehen, auf die Schnelligkeit der Zubereitung besonders ankommt. In der Zeit, die man sonst wartend auf das Herankommen des Sauerteiges verbringen muß, kann man bei Verwendung von Fertigsauer mindestens dreimal soviel Brot erbacken als beim Sauerteigverfahren.

Zudem mögen die vergleichenden Ausbeute-Versuche mit Natursauer einerseits und Fertigsauer andererseits zum mindesten die Gleichberechtigung des Verfahrens der direkten Teigführung veranschaulichen:

1. Versuch mit Natur- und Fertigsauer aus je 100 kg Mehl.

a) Teig mit Natursauer:

3 kg (ca. 2 kg Mehl und 1 Liter Wasser) werden von einem vorhandenen ausgereiften Grundsauer abgenommen und ein neuer Grundsauer mit 10 kg Mehl von 23° C und 6½ Liter Wasser von 32° C bereitet. Die Grundsauer-Temperatur betrug 30° C. Nach 2½ Stunden war dieser Grundsauer gut herangekommen, so daß nach 3 Stunden die Vollsauer-Bereitung mit 30 kg Mehl von 23° C und 20 Liter Wasser von 35° C erfolgen konnte. Der Vollsauer hatte eine Temperatur von 29° C. Nach weiteren 3 Stunden war auch der Vollsauer ausgereift, so daß der Teig unter Hinzugabe von

58 kg Mehl von 23° C,
30 Liter Wasser von 32° C,
1,5 kg Salz

hergestellt wurde. Der Teig enthielt also genau 100 kg Mehl. Er wurde mittelfest gehalten und nach einer Ruhezeit von 20 Minu-

ten aufgearbeitet. Die Teigeinlage betrug 1560 Gramm. Nach einer Gärdauer von 50 Minuten bei 35° C wurden die Kästen in den Ofen geschoben und blieben dort 120 Minuten bei 250 ° Anfangstemperatur, die dann auf 230° absank. Erzielt wurden 99 Brote zu je 1560 Gramm Einlage-Gewicht.

Wenn man die theoretische Ausbeute betrachtet, so hätten sich aus 159 kg Teig rund 102 Brote ergeben müssen. Da aber nur 99 Brote erzielt wurden, ist hierdurch der Beweis für den Gärverlust bei der Sauerteigführung erbracht, der ungefähr 2½% vom Gesamtmehl beträgt.

b) Teig mit Fertigsauer:

Zusammensetzung: 93,5 kg Roggenmehl, Type 1370,
6,5 kg Fertigsauer,
66 Liter Wasser,
0,5 kg Hefe,
1,5 kg Salz.

Der Teig wurde genau so fest gehalten wie beim Versuch mit Natursauer und erhielt bei 22° C Mehltemperatur und 29° C Backraum-Temperatur einen Wasserzuguß von 35° C, wobei sich eine Teigtemperatur von 31° C ergab.

Nach einer Teigruhezeit von 120 Minuten, nach welcher der Teig sehr gut herangekommen war, wurde aufgearbeitet, die geformten Teigstücke in die Backbeutel und diese in die Kästen gebracht. Nach einer Gärdauer von ca. 50 Minuten im Gärraum bei 35° C wurden die Kästen verschlossen und in den Ofen geschoben, der eine Temperatur von 265° C hatte. Sie verblieben dort 120 Minuten. Die Kästen wurden, wie auch diejenigen des Natursauer-Versuches, mit Blechen abgedeckt, damit die große Oberhitze des Ofens nicht zu stark von oben auf die Kästen einwirken konnte.

Wir erzielten dabei 107 Brote zu 1560 Gramm Einlage-Gewicht. Wenn man die theoretische Teigausbeute betrachtet, so hätten sich bei einer Teigmenge von 168 kg 107,7 Brote ergeben müssen. Da mit dem Fertigsauer-Verfahren 107 Brote erzielt wurden, ist der Gärverlust gleich Null zu setzen.

In weiteren Großversuchen mit Fertigsauer, bei denen 8 Teige mit insgesamt 936 kg Roggenmehl Type 1370 verbacken wurden, zeigte sich, daß die tatsächliche Teigausbeute stets der theoretischen genau entsprach. Der Hefezusatz konnte, da die Teige mit 0,5% Hefe sehr rasch herankamen, bei den letzten Teigen auf 0,3% reduziert werden.

Wir schließen aus den Versuchen folgendes:

1. Die Brotherstellung wird durch Fertigsauer ganz erheblich vereinfacht. Die Großversuche beweisen, daß die Zeit- und Arbeitseinteilung bei Fertigsauer-Verwendung eine viel rationellere ist als bei Natursauer-Führung. Die 8 Teige konnten reibungslos nacheinander hergestellt, aufgearbeitet und verbacken werden, so daß auch eine weit größere Menge ohne jede Schwierigkeit hätte hergestellt werden können. Mit Sauerteig ist das schon aus dem Grunde nicht möglich, weil immer wieder zwischendurch die Weiterführung des Sauerteiges erfolgen muß.

2. Vom ernährungsphysiologischen Standpunkt ist das Fertigsauer-Brot dem Sauerteig-Brot vorzuziehen. Wir konnten zwar diese Behauptung in groß angelegten Eßversuchen nicht endgültig erhärten. Vergleichende Geschmacksprüfungen durch eine Reihe von Personen jedoch führten dahin, daß beim Natursauer-Brot die typisch saure Geschmackskomponente bemängelt wurde, während das Fertigsauer-Brot als im Geschmack rein und kernig-kräftig bezeichnet wurde. Ein artfremder Säure- oder vorherrschender Hefegeschmack konnte nicht festgestellt werden. Hier muß nochmals betont werden, daß die Sauerteigführung einwandfrei erfolgte.

Die weitere Brotbegutachtung ergab folgendes:

a) Lockerung: In der Lockerung und Porung war kein auffallender Unterschied zwischen beiden Brotarten feststellbar.

b) Säuregrad des Natursauer-Brotes 13,7, des Fertigsauer-Brotes 9,2. Der Unterschied ist recht augenfällig. Die Herabsetzung des Säuregehaltes auf eine stets gleichbleibende Höhe kommt zum Ausdruck in dem besseren Geschmack und wird darüber hinaus kein Anlaß zu Magen-Darm-Störungen mehr sein können; denn es darf als erwiesen gelten, daß die häufigste Ursache von Verdauungsstörungen nach dem Genuß von Roggenbrot in der Uebersäuerung zu suchen ist. Der hohe Säuregehalt des Natursauerbrotes — die tolerierbare Grenze dürfte bei 10° liegen — ist erklärlich durch einen während der Gärung entstehenden höheren Gehalt an Essigsäure, die auch den vorgenannten stichig-sauren Geschmack hervorruft. Es mag sein, daß die Herabsetzung des Säuregrades der Schimmelbildung Vorschub leistet (vergl. Sabalitschka u. Maas); denn die Fertigsauer-Brote werden nach Entfernung der Hülle schneller von Schimmelpilzen befallen als die Natursauer-Brote. In diesem Falle aber verdient

die Bekömmlichkeit des Brotes die größere Rücksichtnahme, wie überhaupt gesundheitliche Forderungen beim Abwägen irgendwelcher Maßnahmen den Vorrang haben müssen.

Die Vergleichsversuche haben uns zu der Ueberzeugung gebracht, daß die Brotbereitung mit Fertigsauer für unser Konservierungsverfahren die Methode der Wahl ist. Schnelligkeit des Verfahrens, rationelle Arbeitsweise, gleichbleibende geschmackliche Güte und Bekömmlichkeit des Brotes, Einsparung des Gärverlustes sind Faktoren, welche den Sinn und Zweck unserer Konservierungsidee aufs beste erweitern. Wir sind daher dazu übergegangen, nur noch Fertigsauer-Konservenbrote herzustellen.

Schlußwort

Die Teilnehmer der letzten Nanga-Parbat-Expedition, denen Proben unseres Fertigsauer-Konservenbrotes nach Asien nachgesandt worden waren, die 2 Monate brauchten, um an ihren Bestimmungsort zu gelangen, berichten: „Infolge der schwierigen Transportverhältnisse und der komplizierten Zollverhältnisse im Fürstenstaat Kashmir hat uns das Brot erst jetzt erreicht. Es ist in tadellosem Zustand, und es ist für uns eine Wonne, nach so langer Zeit wieder unser schönes heimisches Brot zu essen. Diese Art der Konservierung ist somit auch für diese sehr ungünstigen Temperaturverhältnisse geeignet, und wenn dieses Brot weiterhin hergestellt werden sollte, so werden wir uns erlauben, für die nächste Expedition an Sie heranzutreten, damit wir wieder ein derart vorzügliches Brot zur Verfügung haben werden".

Auch dieses Urteil berechtigt uns zu der Annahme, daß unsere eingangs aufgestellten Forderungen sowohl was die Konservierung anlangt als auch in bezug auf die Qualität des Konservenbrotes nunmehr als erfüllt gelten können.

Ueber die Grundlagen einer zweckentsprechenden Verbrauchslenkung sind u. a. von verantwortlicher Stelle folgende Leitsätze aufgestellt worden: „Es ist besonders zu prüfen, inwieweit nach physiologischen Gesichtspunkten Einsparungen an bestimmten Nahrungsmitteln möglich sind, oder gewisse Umlagerungen stattfinden können. Der sog. anonyme Verbrauch, d. h. der Verlust von Nahrungsmitteln durch vermeidbaren Verderb und die Vergeudung durch Unachtsamkeit und Unkenntnis, durch falsche Lagerung, Zubereitung oder Behandlung der Lebensmittel ist auszuschalten".

Unsere sich insgesamt über fast 3 Jahre erstreckenden Versuche haben gezeigt, daß das von uns ausgearbeitete Konservierungsverfahren und die dabei schließlich angewandte Backweise nicht nur eine umfangreiche Verhütung des Brotverderbs, sondern auch Einsparungen an Mehl und Brotgetreide ermöglichen. Wenn soeben der von der Reichsgesundheitsführung ins Leben gerufene Reichsvollkorn-Ausschuß durch Erteilung einer Gütemarke die Darstellung und den Verzehr des Vollkornbrotes zu steigern

sucht, so rechtfertigt allein die Tatsache, daß das leicht verderbliche Vollkornschrot nicht mehr unnütz lange gelagert zu werden braucht, sondern nunmehr jeweils sofort verarbeitet werden kann, um Vollkornbrote zu erzeugen und in Vorrat zu halten, die der mit Wirkung vom 1. 1. 1940 in Kraft getretenen Anordnung der Hauptvereinigung der deutschen Getreide- und Futtermittelwirtschaft qualitativ entsprechen, unsere Versuche zur Schaffung eines einwandfreien Konservenbrotes.

Wir glauben, unser zur Patentierung angemeldetes Verfahren, welches ohne jeden verfälschenden chemischen Zusatz ein mehr als ein Jahr frisch zu erhaltendes biologisch hochwertiges Brot zu erzeugen imstande ist, nunmehr der Oeffentlichkeit übergeben zu dürfen und hoffen, daß es sich auch im Großen bewährt und es uns gelungen ist, einen erfolgreichen Beitrag im Kampf um die Nahrungsfreiheit des deutschen Volkes und seiner Wehrmacht geliefert zu haben.

Schrifttum

Abelin, Biochem. Z. 215, 162 (1929).
Abelin, Biochem. Z. 232, 278 (1931).
Abelin, Volksernährung, Bd. 4 u. 5.
Backe, Verbrauchslenkung, Der Vierjahresplan Nr. 4 (1937).
Bickel, Die Brotnahrung des deutschen Volkes und seines Heeres in der Wirkung ihrer Eiweiße auf die Energetik des Zwischenstoffwechsels. Leipzig, G. Thieme, 1937.
Boehmert, Brot in Dosen, „Mehl und Brot" Nr. 52, 1937.
Bruns, Ergebnisse vergleichender Roggenbrotuntersuchungen. Die Ernährung, Bd. 2, H. 5. (1937).
Darré, Die ernährungspolitische Lage, Der Vierjahresplan Nr. 4 (1937).
Ertel, Die Grundlagen der deutschen Volksernährung. Leipzig, Johann Ambrosius Barth, 1938.
Göring, Ernährungssicherung und Vierjahresplan, Der Vierjahresplan Nr. 4 (1937).
Gottschlich, Handbuch der hygienischen Untersuchungsmethoden, Bd. 2. Jena, Gustav Fischer, 1927.
Hahn, Grundzüge der Lehre vom Stoffwechsel und der Ernährung. Stuttgart, Enke. 1938.
Hindhede, Gesundheit durch richtige und einfache Ernährung. Gekürzte Ausgabe v. Dr. L. Meyer. Leipzig, Johann Ambrosius Barth, 1935.
Hintze, Geographie und Geschichte der Ernährung. Leipzig, G. Thieme, 1934.
Hueppe, Unser täglich Brot in Krieg und Frieden. Dresden und Leipzig, Steinkopff, 1918.
Jones, Amer. J. publ. Health 15.
Kestner u. Knipping, Die Ernährung des Menschen. Berlin, Julius Springer, 1928.
Klopfer, Die Verbesserung des Brotes durch Aufschließung der Kleie und Vervollkommnung des Backverfahrens. Dresden und Leipzig, „Globus", Wissenschaftliche Verlagsanstalt, 1918.
Konrich, Die bakterielle Keimtötung durch Wärme. 1938.
Lemmel, Die Ernährung 3, H. 2 (1938).
Lemmel, Untersuchungen über die Bekömmlichkeit von Roggenbroten. M. M. Wschr. Nr. 17, 617. (1938).

Lemmel, Der Einfluß der Herstellungsart des Roggenbrotes auf seinen Anschlagswert bei Fütterung wachsender junger Ratten. Arch. f. Verdauungskrankheiten. Bd. 62 (1937).
Liebig, zit. nach Jakob Volhard, Leipzig, Johann Ambrosius Barth, 1909.
McCarrison, India J. med. Res. 1930, Bd. 17, 667.
Meinberg, Steigerung der landwirtschaftlichen Erzeugung. Der Vierjahresplan Nr. 4 (1937).
Nattermann, Volksernährung Bd. 4, 165.
Neumann, Brotgetreide und Brot, Berlin, Parey, 1929.
Osborne u. Mendel, J. bioch. Chem. (Am.) 37.
Pelshenke, Ergebnisse neuerer Brotuntersuchungen. Beih. 1 z. Z. Die Ernährung. Leipzig, Joh. Ambr. Barth. 1937.
Pfannenstiel u. Jusatz, Die Prüfung von Vollkornbrot (Knäckebrot) im Wachstumsversuch. Arch. Hyg. Bd. 115, 205, 1936.
Pfannenstiel u. Salomon, Versuche über Brotkonservierung. Die Ernährung, H. 4, 1939.
Pfannenstiel, Die Sicherung der Ernährung des deutschen Volkes im Vierjahresplan. Der Oeffentl. Gesundheitsdienst 4. Jg. Heft 22 S. 914 (1939).
Reiter, Aufgaben und Ergebnisse zeitgemäßer Ernährungsforschung. Beih. 1 z. Z. Die Ernährung. 1937.
Sabalitschka u. Maas, Süddeutsche Apotheker-Zeitung Nr. 25, Jhrg. 1939.
Schestedt, Ueber den Sättigungswert gerösteten Brotes, Z. physiol. Chem. H. 139, 1924.
Scheunert, Der Vitamingehalt der deutschen Nahrungsmittel. 2. Teil, Mehl und Brot. Sammlung: Die Volksernährung, Berlin, Springer, 1930.
Scheunert, Bedeutung von Mehl und Brot für die Deckung des Vitamin-B-Bedarfes. Die Ernährung 1, H. 2, 1936.
Schweigart, Der Ernährungshaushalt des deutschen Volkes. Berlin, Deutscher Verlag für Politik und Wirtschaft, 1937.
Tyszka, Ernährung und Lebenshaltung des deutschen Volkes. Berlin, Springer, 1934.
Ziegelmeyer, Unsere Lebensmittel und ihre Veränderungen. Dresden u. Leipzig, Steinkopff, 1933.
Ziegelmeyer, Rohstoff-Fragen der deutschen Volksernährung. Dresden u. Leipzig, Steinkopff, 1939.

Am Schlusse der vorliegenden Arbeit möchte ich meinem verehrten Lehrer und Chef, Professor Dr. Pfannnenstiel, für die Ueberlassung des Themas sowie für Anregungen, Ratschläge und die freundliche Unterstützung meinen aufrichtigsten Dank aussprechen.

Lebenslauf

Ich wurde am 17. Juni 1911 als Sohn des Fleischermeisters Gustav Filling und seiner Frau Luise, geb. Pathmann, in Dortmund geboren. Nach 4 jährigem Besuch der Volksschule besuchte ich zunächst die Mittel-, später die Oberrealschule in Dortmund, an der ich im Februar 1931 die Reifeprüfung ablegte, um in Marburg, München und Münster Medizin zu studieren. Die ärztliche Vor- und Staatsprüfung bestand ich 1934 bzw. 1937 an der Universität Marburg. Die Approbation erlangte ich am 15. April 1938. Bis zum 31. 10. 1938 war ich Volontärassistent an der Medizinischen Universitäts-Klinik in Marburg, seit 1. 11. 1938 bin ich als Assistent am Medizinaluntersuchungsamt beim Hygienischen Institut der Universität Marburg tätig.

Meine akademischen Lehrer waren

in Marburg:

Alverdes, Baur, Becher, Brock, Boeminghaus, Claussen, Dabelow, Dittler, Freudenberg, Göppert, Grüneisen, Grüter, Habs, Jacobshagen, Kehrer, Klapp, Klewitz, Kestermann, Kutscher, Kretschmer, Loebell, Mauz, Meerwein, Nauck, Neumann, Pfannenstiel, Ruete, Schrader, Schwenkenbecher, Strecker, Uffenorde, Versé;

in München:

Bumke, Kisskalt, Lebsche, Lexer, v. Pfaundler, Schittenhelm, Straub, v. Zumbusch;

in Münster:

Esch, Gantenberg, Hellner, Hertel, Hilgenberg, Jötten, Siebert.

WEGENER-DRUCK, BERLIN